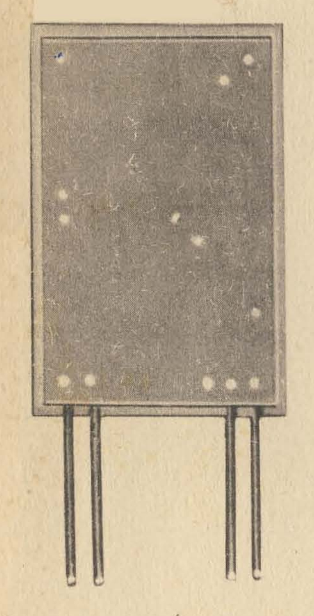
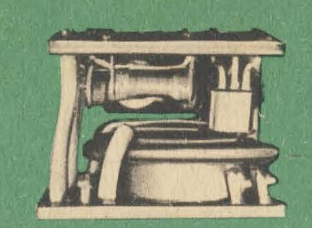
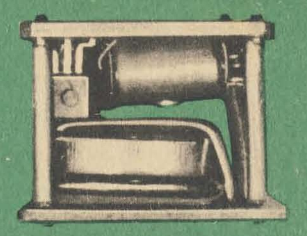


Bauplan Nr. 24
Preis 1,–

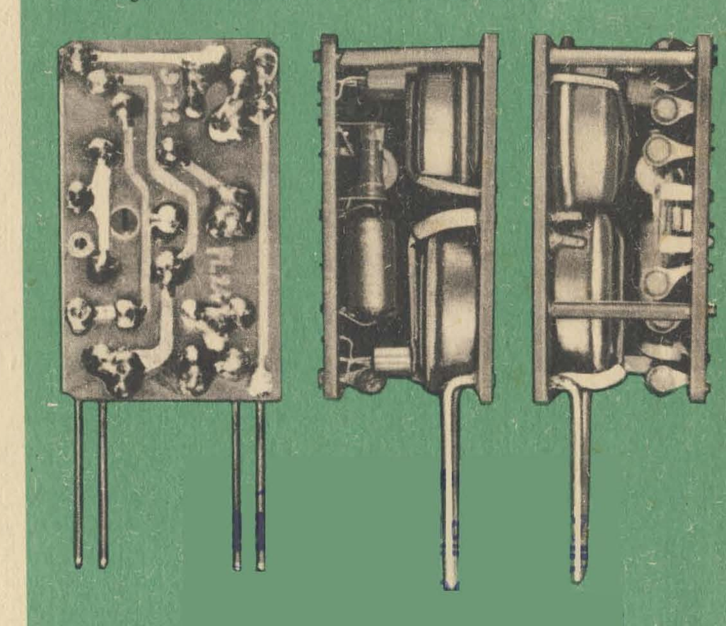
Klaus Schlenzig











Elektronik
im
Wohnbereich (II)

Elektronische Schlösser und Schlüssel

Inhaltsverzeichnis

1. Einsatzbereich elektronisch betätigter Schlösser

Elektronische Schlösser im Sinne dieses Bauplans sollen nicht die herkömmlichen (und – soweit es sich um Sicherheitsschlösser handelt – recht wirksamen) mechanischen Schlösser ersetzen. Sie können aber in vielen Fällen deren Funktion unterstützen oder sie bisweilen auch tatsächlich einsparen. Man denke dabei nicht nur und in erster Linie an Türen, sondern z. B. an Schränke, Schubladen oder Behälter, die Dokumente, Medikamente oder – wie in der GST – Waffen und Geräte enthalten. Bestimmte Typen elektronischer Schlösser haben den Vorzug der (variablen!) Fernprogrammierung und lassen sich durch frei wählbare Eingaben betätigen, auch kombiniert. Schließlich kann man Vorsorge treffen, daß bereits durch (unbefugte) Fehlbedienung ein Alarm ausgelöst wird, ohne daß schon die Tür geöffnet ist. Durch die Vorstellung solcher (ohnehin bekannter) Prinzipien wird ihre Eigensicherheit kaum gefährdet, denn jeder kann ja diese Möglichkeiten auf ganz beliebige Art programmieren und kombinieren – dem Aufwand sind keine Grenzen gesetzt!
Selbstverständlich wird ein solches Schloß eventuell einmal versagen, wie ja auch ein üblicher Schlüssel abbrechen kann. Verriegelt das elektronische Schloß unabhängig vom mechanischen Teil bzw. verriegelt es eben dessen Organe, dann helfen nur die üblichen Maßnahmen des gewaltsamen Öffnens – aber durch Befugte. Beim Einsatz elektrischer Türöffner ist andererseits die Kombination mit dem mechanischen Schloß so vorzunehmen (über das dann vom Türöffner beim Betätigen entriegelte Schließblech), daß beide parallel wirken, d. h., der mechanische Schlüssel und der Öffnungsstrom sind gleichberechtigt. Man könnte auch (im Unterschied zur oben angedeuteten »Serienschaltung«) von einer mechanischen »Parallelschaltung« sprechen. Das Betätigen des Türöffners über eine elektronische Schaltung bringt in diesem Fall keine zusätzliche Sicherheit, da der mechanische Teil davon nicht berührt wird. Dennoch kann es sinnvoll sein, wie sich noch zeigen wird.
Daß ein mechanisches Schloß von innen, unabhängig vom Zustand des elektrischen bzw. elektronischen Teiles, zu öffnen sein muß, schreiben die Arbeitsschutzanordnungen im Fall von »Fluchtweg«-Türen ohnehin vor (s. Abschnitt 6. – unbedingt lesen!). Auch von dieser Seite muß man also abschätzen, welche Lösung zulässig ist. Auf jeden Fall soll eine solche Schaltung so sicher wie möglich sein.

2. Elektromechanische Voraussetzungen

Genaugenommen müßte der vorliegende Bauplan »Elektrische und elektronische Schlösser ...« heißen, denn kein elektronisch betätigtes Schloß kommt ohne den Übergang elektrisches Signal – mechanische Betätigung aus. Für den Elektroniker ist die Existenz eines elektrischen Türöffners

an der dafür vorgesehenen Tür am günstigsten – er braucht dann nur noch den Schaltbefehl für dessen Spule zu liefern. Dem hat allerdings eine Datenermittlung vorauszugehen, denn es sind Türöffner für unterschiedliche Spannungen im Einsatz, z. B. für 6 V, 8 V oder 12 V. Ein aus dem VEB Elektromechanik Berlin stammender Typ trägt z. B. die Angabe: 4 V₌ oder 8 V~, 3–600–0,42 CuL. Das heißt, man kann diesen Typ wahlweise mit 8 V Wechselspannung (aus einem Klingeltransformator) betreiben oder mit 4 V Gleichspannung. Im letztgenannten Fall entfällt allerdings das charakteristische Schnarren, das anzeigt, daß der Öffner den Riegel gerade freigibt. Man beachte die »3«! Sie sagt aus, daß die Spule des Öffners einen ohmschen Widerstand von nur 3 Ω hat, so daß bei Gleichspannung von 4 V 4/3 A fließen! Eine elektronische Betätigung läßt sich also nur über einen Transistor ermöglichen, der diesem Strom gewachsen ist (z. B. ein GD-Typ der Germanium-Leistungstransistorreihe); außerdem denke man an die induktive Abschaltspannung (s. Abschnitt 4!). Modernere Typen für 12 V lassen kleinere Betätigungsströme zu.
An einem laut Aufdruck für 4 bis 12 V Wechselspannung ausgelegten Türöffner (Typ B 12 nach TGL 9803 – außerdem gibt es noch eine Ausführung für 12 bis 24 V; beide sollen nicht mehr als 1 A bei 50 Hz erhalten) wurde z. B. eine minimale Ansprechgleichspannung von nur 2,6 V ermittelt: Dabei flossen etwa 350 mA, d. h. $R_w \approx 7{,}4\,\Omega$. Ein solcher Typ kann also sogar von einer Taschenlampenbatterie betätigt werden. Allerdings fehlt dann das charakteristische Schnarren, das Öffnungsbereitschaft anzeigt.
Einen elektrischen Türöffner über eine elektronische Schaltung zu betreiben hat allerdings nur Sinn, wenn die mechanische Schloßbetätigung schon relativ sicher ausgelegt ist (Parallelarbeit!).
In Verbindung mit einem elektrischen Kombinationsschloß, wie es in Abschnitt 5. beschrieben wird, können dann – unabhängig von der Anzahl der vorhandenen mechanischen Schlüssel – zu einem Raum beliebig viele Personen Zutritt erhalten, wenn sie nur die Kodezahl für das Schloß kennen.
Leider sind elektrische Türöffner im Handel nicht immer erhältlich, denn sie werden ja überwiegend schon beim Bau der Häuser eingesetzt. Auch Preis und der ohnehin nötige Aufwand für den Umbau des Schlosses (in diesem Fall z. B. auf der Rahmenseite der Tür) sprechen vielfach für andere Lösungen. Mechanisch genügend geschickte Leser werden daher gern einen gewissen Anteil an eigener Konstruktionsarbeit aufwenden, wobei das Hauptkriterium die Frage der notwendigen mechanischen Stabilität sein dürfte. Für solche Eigenlösungen (in mechanischer »Serienschaltung« oder für sich allein verwendet, sofern es die Sicherheitsbestimmungen zulassen) folgen zunächst einige Anregungen, verbunden mit Informationen über ein dafür recht brauchbares, einfaches elektromechanisches Bauelement. Falls es eventuell nicht greifbar sein sollte, kann man es auf Grund der Zeichnungen und Tabellen ebenfalls selbst anfertigen.

2.1. Mittler zwischen elektrischem Strom und mechanischer Kraft: Der Zugmagnet

Zugmagnete aus dem VEB Relaistechnik (früher VEB Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik) Großbreitenbach wurden zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieses Bauplans im Amateurbedarfshandel angeboten. Der Konsum-Elektronik-Akustik-Versand Wermsdorf bemüht sich außerdem, bis zum Erscheinen dieses Bauplans eine angemessene Menge von ihnen bereitzustellen. Schließlich ist eine Selbstanfertigung von Zugmagneten – wie schon angedeutet – auch kein allzu schwieriges Problem.
Nach Bild 1 besteht ein Zugmagnet hauptsächlich aus einer Wicklung, einem stabilen Rahmen aus Eisenblech mit Befestigungslöchern und einem meist kegelstumpfartig ausgesparten Gegenstück sowie schließlich aus dem beweglichen Bolzen mit ebenfalls meist kegelstumpfartig auslaufendem Ende, an dessen äußerem Ende ein kraftübertragendes Organ (Stange o. ä.) angebracht werden kann. Dafür wurden ein Schlitz und eine Bohrung vorgesehen. Benutzt man den Bolzen unmittelbar als Riegel, so verlangen eventuell auftretende größere Kräfte eine zweite Lagerstelle außer der des Rahmens für den Bolzen, da sich dieser sonst leicht in den Preßstoff des Spulenkörpers eindrücken und die Spule beschädigen kann. Darauf wird weiter unten noch hingewiesen. Eine stromdurchflossene Spule baut bekanntlich in ihrem Innern ein Magnetfeld auf, zu dessen Eigenschaften es gehört, daß seine Kraftlinien den »bequemsten Weg« bevorzugen. Eisen bietet gegenüber Luft einen sehr viel geringeren magnetischen Widerstand. Steckt man nun in die Öffnung des Zugmagneten den zugehörigen Bolzen zunächst lose ein, so wird er bei Anschluß der Spule an die vorgesehene Spannung bis zum Anschlag hineingezogen; der Luftspalt zwischen festem und beweglichem Teil schließt sich also. Die auf den Bolzen wirkende Anziehungskraft nimmt dabei um so mehr zu, je kleiner der Luftspalt zwischen Bolzen und festem Teil bei diesem Bewegungsablauf wird. Ein zu großer Luftspalt be-

deutet, daß sich der Bolzen gar nicht bewegt. Daher gibt es für jeden Zugmagnettyp einen größten möglichen Luftspalt, der mit »max. Hub« bezeichnet wird und aus Tabelle 1a abzulesen ist. Die erzielbare maximale Zugkraft läßt sich ebenfalls aus der Tabelle ersehen. Sie ist um so größer, je mehr Strom durch die Spule fließt. Für eine festgelegte Nennspannung gibt es daher, wie man aus Tabelle 1b und Tabelle 1c ersehen kann, meist mehrere Varianten, die sich durch den Wickelwiderstand unterscheiden. Die größte Kraft ist also dem kleinsten Wickelwiderstand zugeordnet. Die Verknüpfung dieser Daten erkennt man über die vorgegebene Einschaltdauer ED, die in Prozent (gegenüber Dauerbetrieb) angegeben wird. Man versteht diese Einschränkung, wenn man bedenkt, daß die in der Spule entstehende Wärme abgeführt werden muß und daß sich bei vom Typ her gegebener Oberfläche eine um so höhere Temperatur einstellen würde, je größer die in Wärme umgesetzte elektrische Energie ist. Kurzzeitbetrieb gewährleistet nun, daß eine bestimmte Grenztemperatur nicht überschritten werden kann. In den im folgenden vorgestellten Anwendungen steht der Magnet prinzipiell nur immer für den Augenblick des Entriegelungsvorgangs unter Strom, so daß man bezüglich einer Überschreitung der für den Magneten noch zuträglichen Höchsttemperatur keine Sorge haben muß.
Auch hinsichtlich der Betriebsspannung gibt es eine Reihe von Varianten, die daher recht unterschiedliche Windungszahlen und Drahtdurchmesser haben. Bekanntlich stehen Wickelraum, Drahtdurchmesser und Drahtwiderstand und damit die für einen bestimmten Strom nötige Spannung in einem festen Zusammenhang (s. Originalbauplan Nr. 7 oder das »Bastelbuch der Modellelektronik«).
Für den GBM 50 erlauben die Kurven nach Bild 2 eine Abschätzung der je nach Hub zu erwartenden Betätigungskraft in Abhängigkeit von der relativen Einschaltdauer als Parameter. Man kann also mit dem Typensortiment der GBM-Zugmagnete keine »Bäume ausreißen«, doch das ist ja auch nicht ihre Aufgabe. Allerdings muß die Auslegung der »Mechanik« auf diese Tatsache Rücksicht nehmen. Das bedeutet, denkt man außerdem an die begrenzte mechanische Festigkeit der ganzen Zugmagnetkonstruktion:

a – Zu Verriegelungszwecken ist der Zugmagnet nur an Stellen einzusetzen, an denen keine größeren Kräfte wirken können, als sie der Aufbau des Magneten selbst zuläßt. Über diese Grenzwerte liegen zwar keine praktischen Daten vor, doch wird das der Praktiker meist ausreichend genau abschätzen können, allein schon an der Auslegung der mit dem Magneten zusammenspielenden mechanischen Teile bei der »elektrischen Ergänzung« des Schlosses.
b – Der Zugmagnet soll seine Entriegelungsfunktion mit dem kleinstmöglichen Kraftaufwand erfüllen können, damit der typenabhängige Maximalhub voll ausgenutzt werden kann (Toleranzausgleichmöglichkeit!). Die Anfangskraft wird u.a. bestimmt durch Reibung und gegebenenfalls durch das Spannen einer Feder, die später zur Verriegelung dient.
c – Zugmagnete sollen möglichst nur für den (kurzzeitigen) Entriegelungsvorgang elektrisch belastet werden. Sollte ein Spezialfall ständigen Anzug erfordern, so muß man gemäß Typenliste »100%-Betrieb« berücksichtigen bzw. – wenn nur ein bestimmter Typ vorhanden ist – mit der Betriebsspannung in Anlehnung an die aus den Tabellen erkennbaren Ergebnisse heruntergehen. Ein Experiment wird zeigen, welche Spannung noch ausreicht. Man erprobe bei der kleinstmöglichen auftretenden Spannung und achte darauf, daß auch die möglicherweise auftretende Höchstspannung (Netzspannungsschwankungen bei Speisung aus einem Schutztransformator mit Gleichrichter!) den Magneten thermisch noch nicht überlastet. Die zulässigen Werte kann man ebenfalls leicht aus den Tabellen ableiten.

Meist wird man also mit dem gerade vorhandenen Typ auskommen müssen. Bild 3 zeigt oben und in der Mitte 2 Exemplare des GBM 50 für 12 V bei 25%, wie er gerade im Konsum-Elektronik-Akustik-Versand Wermsdorf zu erhalten war, darunter ein Exemplar eines GBM 100. Der GBM 50 ist etwa 30 mm lang. Die Schrauben wurden nur eingedreht, um zu zeigen, auf welche Weise man ihn befestigen kann. Die Tabellendaten gestatten prinzipiell den Selbstbau jedes beliebigen Typs, vorausgesetzt, man hat den passenden Draht und das übrige Material (Blech und Rundstab sowie einen – gegebenenfalls selbst angefertigten – Spulenkörper). Aus Bild 4 läßt sich ablesen, wieviel Windungen Draht eines bestimmten Durchmessers man in etwa je Quadratzentimeter Wickelfenster (das ist die Fläche einer Hälfte der in Längsrichtung durchgeschnittenen Spule) unterbringen kann.
Für die im Bauplan beschriebenen Anwendungen sind die Zugmagnete unbedingt mit Gleichspannung zu betreiben. Andernfalls kann es in Verbindung mit der meist benutzten Rückholfeder zu unangenehmen mechanischen Schwingungen kommen, die das einwandfreie Entriegeln verhindern.
Bild 5 zeigt die prinzipielle Einordnung des Zugmagneten in die Schloßfunktion im Fall mechanisch/elektromechanischer »Serienschaltung«: An einer Stelle des Schlosses, an der keine unnötig großen Kräfte wirken können, greift der Bolzen des Zugmagneten als Sperre ein. Er wird in dieser Lage von

einer relativ weichen Feder gehalten, die man auf die beim vorgesehenen Hub noch erreichbare Zugkraft des Magneten durch Probieren eingestellt hat. In den Mustern dienten dazu 2 Windungen Federbronzedraht SnBz 6 von 0,4 mm Durchmesser, auf etwa 5 mm Länge gewickelt. Das vordere Federende greift in die Bohrung des Zugbolzens, das hintere kann am Magneten befestigt werden, wenn der Bolzen in der gegebenen Anwendung sonst verlorengehen könnte. Das Federende läßt sich – entsprechend weit aufgebogen – hinter die Vorderwand des Zugmagneten hängen, in einer dort an einer Ecke angebrachten Bohrung befestigen oder auch einfach anlöten (Bild 6). Falls es Mechanismus und Dimensionen der vorgesehenen Sperre zulassen, kann man auch die Schwerkraft ausnutzen. In diesem Fall hängt es ebenfalls von der übrigen Gestaltung ab, ob dazu eine Halterung nötig ist. Sie soll dann aber möglichst keine zusätzliche Kraft erfordern. Falls die Führung für den Bolzen im Spulenkörper ausreicht, genügt ein Faden (Bild 7).
Die folgenden Beispiele sind infolge der vorgesehenen Feder lageunabhängig. Sinngemäß lassen sich daraus viele Einsatzfälle ableiten.

3. Beispiele elektrisch betätigter Schlösser

Die folgenden Beispiele sollen stellvertretend für die zahlreichen Möglichkeiten des Übergangs vom elektrischen zum mechanischen Teil von Schließmechanismen sein. Sie lassen sich durch Gleichstrom betätigen. Er wird zunächst einfach von außen zugeführt, gegebenenfalls mit einem »elektrischen Schlüssel« zur Erschwerung unbefugter Eingriffe. An jedes dieser elektrischen Schlösser läßt sich aber ein beliebig großer Aufwand an Elektronik anfügen. Beispiele dafür folgen weiter unten. Auf diese Weise entstehen dann »elektronische Schlösser«, die »elektronische Schlüssel« benötigen. Das schalter- und relaiskodierte Schloß gehört somit zu den elektrischen Schlössern größeren Aufwands. Durch die »bausteinartige« Vorstellung von Beispielen zu den einzelnen Stufen (Elektromechanik, »Elektrik« und Elektronik) kann der Leser beliebig viele eigene Kombinationen zusammenstellen, so daß schließlich in der tatsächlichen Verknüpfung kein Schloß dem anderen gleichen muß.

3.1. Schubladensperre

Bei manchen Schreibtischmodellen fehlen Schubladenschlösser. Besonders in Haushalten mit (kleineren) Kindern wünscht man sich aber auch dafür eine Sperre. Sie sollte das Äußere des Möbelstücks möglichst wenig verändern und so gestaltet sein, daß das Öffnen durch Uneingeweihte zumindest gewisse Schwierigkeiten bereitet. Wer Spaß daran findet, kann zusätzlich eine Alarmglocke vorsehen.
Bild 8 und Bild 9 zeigen die Sperrenkonstruktion für eine Schublade des auch in Büros weitverbreiteten Modells aus dem »Universal«-Typensatz der 60er Jahre in Zeichnung und Foto. Die obere Leiste wird mit einem Blechstreifen verstärkt, damit der Bolzen des Zugmagneten einen eindeutigen Anschlag erhält. Auch der Zugmagnet selbst ist mit einem Blechwinkel zuverlässig zu montieren. Die Lage muß sehr sorgfältig gewählt werden, damit der Bolzen beim Zuschieben mit möglichst wenig Spiel einrastet. In diesem Fall scheidet z.B. Zerstörung durch systematisches Rütteln beim Versuch einer unbefugten Öffnung aus. Weiterhin ist das vertikale Spiel der Schublade bei der Montage des Zugmagneten zu berücksichtigen.
Wird beim Öffnen ein Signal gewünscht, so baut man am besten in der Schreibtischrückwand einen Mikrotaster ein – je nach Modell hinter oder (über Blechwinkel betätigt) unter der Schublade (Bild 10 und Bild 11). Auch er ist so zu justieren, daß er gerade beim vollen Einschieben schließt. Die Spannung für den Zugmagneten (über ihre Gewinnung wird weiter unten berichtet) muß bei diesem Schloß von außen zugeführt werden. Die erforderliche Leistung schließt in den meisten Fällen einen »Batterieschlüssel« aus, so daß die Stromversorgungseinheit z.B. mit unter dem Schreibtisch zu montieren ist. (Bei entsprechend komplizierter Mechanik kann man allerdings auch mit recht kleinen Spannungen und Strömen auskommen, etwa in Verbindung mit dem Einsatz mechanischer Kraftspeicher, die beim Öffnungssignal freigegeben werden.)
Trivial wäre nun zum Schließen des Stromkreises ein Druckknopf, den man aber schnell finden würde. Außerdem bringt die von der Schreibtischkonstruktion her bedingte Montage des Zugmagneten an der (beweglichen) Schublade selbst gewisse Beschränkungen für die Eingabe. Da aber die Sperre nur für die wenigen Millimeter Hub gezogen sein muß, bis sich der Bolzen beim Aufziehen der Schub-

lade unter der oberen Leiste befindet, kann man z. B. hinten Kontaktfedern anbringen, die nur über diesen kurzen Weg hinweg leiten (Bild 12); beim Schließen muß man dann den Bolzen kurz niederdrücken. In diesem Fall hat man für den Eingabeort eine größere Freizügigkeit und kann sich z. B. einer »kodierten« Steckerleiste bedienen. Je größer der Kodieraufwand, um so sicherer wird selbstverständlich das Schloß. Bild 13 gibt ein Beispiel. Nur bei richtiger Beschaltung erhält man einen durchgehenden Strompfad. Eine weitere Eingabestelle erlaubt gegebenenfalls den Einbau einer selektiven Einrichtung, von der aus erst der Magnet ausgelöst wird. Das steigert die Sicherheit des Schlosses erheblich. Eine Zwischenlösung zeigt Bild 14: An der Steckerleiste befindet sich ein Druckknopf, der ein von der Stromversorgungseinheit mitgespeistes Relais ansprechen läßt. Erst über seinen Arbeitskontakt gelangt die Transformatorspannung an die Leiste. Für die Steckverbindung gibt es viele Möglichkeiten; man wähle nach dem örtlichen Angebot. Der »Schlüssel« wird je nach Ausführung der Steckverbindung gekapselt. Bei Einsatz einer 12poligen »Zeibina«-Leiste z. B. reicht dafür ein U-Stück aus thermoplastischem Material (PVC o. ä., warm gebogen). Verwendet man eine Kombination von Steckern und Federn von »Amateurelektronik«, so kann der Schlüssel samt Taste in einer Kappe der Größe 2 oder gar 1 (besonders flach) untergebracht werden.
Bei direktem Zugang zur Schublade von vorn muß man beim »Aufschließen« eine 2adrige Leitung benutzen, die in 2 Steckern endet. Auch in diesem Fall läßt sich aber das soeben skizzierte Prinzip anwenden: Man versieht den Ausgang der Stromversorgungseinheit mit einer mehrpoligen Steckverbindung, die ebenfalls nur teilweise beschaltet wird. Entsprechend schließt man die Steckerleiste für den Schlüssel an. Allerdings muß dann vorn an einer möglichst wenig auffallenden Stelle mit der Stichsäge eine Aussparung für die zweite Buchsenleiste angebracht werden. Weitergehende Anregungen haben wegen der unterschiedlichen Gestaltung der Objekte und im Interesse einer möglichst »persönlichen« Auslegung keinen Sinn.
Als kurzer Hinweis für den Einsatz des »Alarmgebers« (das Signal wird in einem anderen Raum ausgelöst!) dient Bild 15: Durch Ausnutzen beider Kontakte wird die Sicherheit der Alarmauslösung z. B. beim Überbrücken oder Unterbrechen der Leitung erhöht. Die Verwendung des Ruhekontakts setzt allerdings ein Relais voraus.

3.2. Schreibtisch- oder Schranktürsperre

Auch das folgende Beispiel ist nur für kleinere Gegenstände geeignet, da wiederum direkt mit dem Bolzen des Zugmagneten verriegelt wird. In diesem Fall dient das elektrische Schloß aber nur als zusätzliche Sicherung, da solche Türen im allgemeinen bereits ein – meist einfaches – mechanisches Schloß aufweisen. Beide Schlösser liegen in ihrer Wirkung in Serie.
Bild 16 und Bild 17 informieren über eine solche Lösungsmöglichkeit, dargestellt am gleichen Schreibtischmodell wie bei 3.1. Daher gelten auch ähnliche Detaillösungen. Erleichternd wirkt sich aus, daß man die Zuleitung zum Zugmagneten nicht mit Kontakten unterbrechen muß, wenn die Betätigung an einer anderen Stelle als an der Tür erfolgen soll. Allerdings wähle man genügend robuste Litze, die am Scharnier etwas durchhängen soll.

3.3. Elektrische Verriegelung eines Türschlosses

Verfügt man über die eingangs erwähnten Zugmagnete vom Typ GBM 50, so können übliche Türschlösser von Zimmertüren (sogenannte Buntbartschlösser [9]), zusätzlich elektrisch verriegelt werden, vorausgesetzt, sie bieten in der Dicke Raum für diesen Magneten bzw. lassen sich in der dargestellten Weise nacharbeiten. (Jetzt kommt jeder auf seine Kosten, der die Feile, die Metallsäge und gegebenenfalls die Bohrmaschine zu handhaben versteht!) Allerdings sei nochmals darauf hingewiesen, daß eine solche elektrische Verriegelung nicht für Türen eingesetzt werden darf, die als »Fluchtwege« dienen, bzw. es ist Vorsorge zu treffen, daß sich diese Verriegelung von innen im Notfall unkompliziert (und augenfällig angezeigt!) öffnen läßt (s. dazu Abschnitt 6.).
Die beiden möglichen Eingriffsstellen sind der Klinkenriegel und der Schloßriegel (Schloßspezialisten mögen verzeihen, wenn vielleicht nicht immer die fachgerechten Bezeichnungen angewendet wurden!). Sie können wahlweise einzeln oder beide zusammen benutzt werden, je nach dem gewünschten Zweck.

Zunächst muß man den »Freiraum« ermitteln, der für den Einbau der Zugmagnete in Frage kommt. Das geschieht nach Abschrauben der Deckplatte und nach vorsichtigem Aushängen der oberen Feder (man beachte dazu die beiden folgenden Bilder). Die beweglichen Elemente werden in ihre beiden Extremlagen gebracht und diese Grenzen mit Bleistift markiert. Eventuell sind kleine Eingriffe erforderlich. Im Muster z. B. war der obere Zugmagnet erst anzubringen, nachdem die Wölbung des oberen Endes der Riegelfelder etwas flacher gebogen worden war. Die aus Bild 18 erkennbare Lage erwies sich als nahezu die einzig mögliche. In den Riegel feilt man eine (im Bild gut erkennbare) Aussparung. Die Lagefixierung erfolgt nach Bild 19 mit Winkeln, die von der Bodenplatte her mit Senkschrauben befestigt werden. Die in der Deckplatte erforderlichen Aussparungen (Bohren, Feilen!) erkennt man aus Bild 20; beim Muster schlossen dabei die Rahmen der Zugmagnete mit der Deckplatte ab und fanden in den Aussparungen zusätzlichen Halt. Freibohrungen in der Bodenplatte sorgen bei Bedarf dafür, daß auch die im Wickel durch die herausgeführten Anschlußdrähte entstandenen Wölbungen den Magneten nicht zu weit anheben. Die Anschlußdrähte selbst führt man an passender Stelle beim Einsetzen des Schlosses in die Tür durch Schlitze im Holz nach außen auf die Türinnenseite.
In der dargestellten Weise ist der Magnet den auftretenden Kräften jedoch nicht gewachsen: Beim gewaltsamen Betätigen der Klinke verbiegt sich das geschlitzte Bolzenstück, und sein spulenseitiges Ende drückt sich außerdem um die Auflage an der vorderen Metallplatte des Magneten als Drehpunkt herum in den Isolierstoffspulenkörper. Eine Maßnahme im Sinne von Bild 21 ist daher unbedingt erforderlich: Der Schlitz wird durch ein passendes Eisenplättchen geschlossen, das für die Federeinhängung eine Bohrung erhält, und unmittelbar hinter den Bolzen setzt man (geschraubt oder genietet) noch einen Eisenklotz, so daß nur noch die letzten Millimeter des Magnetbolzens die Kräfte vom Riegel auffangen müssen.
Günstigere Verhältnisse ergeben sich, wenn man die Feder in eine etwa 3 mm unter der oberen anzubringende zweite Bohrung steckt. Der Klotz kann dann weiter oben voll am Bolzen anliegen.
Auf gleiche Weise läßt sich die Sperre des Schloßriegels (in Bild 18 unten rechts erkennbar) stabilisieren, doch können dort ohnehin keine so großen Kräfte auftreten wie die durch die Türklinke übertragenen.
Beide Sperren können selbstverständlich sowohl einfach über versteckt angebrachte Kontakte (genügend hoch, wenn Kinder zu einem solchen Raum keinen Zutritt haben sollen, bei der Klinkenverriegelung) als auch über einen (selektiven) elektronischen Eingang oder eine elektrische Kodierschaltung (beide Möglichkeiten werden noch vorgestellt) abgesichert werden. Die Schloßriegelsperre dürfte vor allem gegenüber Nachschlüsseln im Sinne eines »elektrischen Sicherheitsschloßeinsatzes« wirken; für sie ist also ein Elektronikzusatz zu empfehlen.

4. Schloßelektronik

Handelsübliche Türöffner lassen sich unmittelbar aus einem Transformator mit passender Sekundärspannung speisen (Aufdruck beachten). Das durch den Wechselstrom hervorgerufene Schnarren gehört zur Funktion, denn es zeigt an, daß jetzt geöffnet werden kann. Will man einen solchen Öffner elektronisch ansteuern, so läßt sich das auch mit Gleichstrom über einen geeigneten Leistungstransistor einschließlich der erforderlichen Schutzmaßnahmen ermöglichen, wobei der geringe Widerstand der Türöffner zu beachten ist. Man kann aber auch ein Relais benutzen und dieses in den Stromkreis der im folgenden vorgestellten Schaltungen statt des dort vorgesehenen Zugmagneten legen. Sowohl ein solches Relais als auch diese Zugmagnete werden in diesen Schaltungen mit Gleichstrom betrieben. Der Grundstromkreis dafür ist »trivial« (Bild 22). Bei größeren Strömen empfiehlt sich im Interesse tragbarer Kapazitäten die Graetz-Gleichrichterbrücke.
Gut geeignet ist ein Spielzeugeisenbahn-Fahrtransformator; denn er enthält bereits Ü und D (als Graetz-Gleichrichter). Er liefert also bereits eine gemäß Bild 23 pulsierende Gleichspannung. Man kann an ihm die für den Zugmagneten passende Spannung einstellen, soweit es der Stellbereich erlaubt, und muß nur den zulässigen Höchststrom des Typs beachten.
Die handbediente Eingabetaste Ta entsprechend Bild 22 steht für alle rein elektrischen Schlösser. Zum elektronischen Schloß wird die Anordnung, wenn man Ta durch eine elektronische Schaltung betätigt bzw. ersetzt. Ta kann dabei auch ein Relaiskontakt sein, den ein Transistor über die Relaiswicklung steuert. Erhält das Relais seinen Steuerbefehl dagegen von einer nur durch Kontakte ver-

knüpften Kodierschaltung, so muß weiterhin von einem elektrischen Schloß gesprochen werden. Ein solches Beispiel folgt in Abschnitt 5.
Steuert ein Transistor die Magnetwicklung, so sind (bis auf Spezialschaltungen) die üblichen Maßnahmen zum Schutze des Transistors gegen induktive Abschaltspannungen zu treffen: eine genügend »schnelle« Diode, die diese Spannung kurzschließt, oder, wenn es die Schaltung erlaubt, ein Elektrolytkondensator parallel zur Wicklung (Bild 24). Der Vorwiderstand R soll den möglichen Strom auf den zulässigen Kollektorstrom I_{max} begrenzen, der vom Kondensator her durch den Transistor fließt, wenn er wieder geöffnet wird. (C lädt sich ja in den Schaltpausen auf $+U_B$!): $R_{min} = U_B/I_{cmax}$, also bei 12 V und 500 mA $R_{min} = 24\,\Omega$.

4.1. Selektives Schloß mit direkter Signalzuführung

Der Mindestaufwand für eine solche »Schloßelektronik« besteht zunächst im Ausgangstransistor, der den Magneten (oder das Zwischenrelais für den Türöffner) ansteuert und dem Strombedarf des Magneten gewachsen sein muß. In der Schaltung nach Bild 25 wurde daher ein Germanium-Leistungstransistor vom Typ GD 160 (oder ähnlicher Basteltyp) gewählt, der in Kollektorstrom und zulässiger Verlustleistung genügende Sicherheit auch bei Anschluß größerer Magnet- oder Relaistypen bietet. Als selektive Stufe kam eine in der Fernsteuertechnik wegen ihres im Verhältnis zur Wirkung kleinen Bauelementeaufwands gern benutzte Schaltung zum Einsatz, die man Schumacher-Stufe nennt. In ihrer ursprünglichen Form enthält sie im Kollektorkreis bereits das Relais. Die Variante nach Bild 25 bringt demgegenüber größere Gesamtverstärkung sowie die Möglichkeit, eine Ansprech- und Abfallverzögerung einzubauen, so daß damit automatisch der Transistor auch gegen die beim plötzlichen Abschalten auftretenden Abschaltspannungen geschützt ist.
Der wechselspannungsmäßig zwischen Kollektor und Basis liegende Parallelresonanzkreis der Schumacher-Stufe (C5, L1) spricht an, wenn über C4 eine Wechselspannung ankommt, die seiner Resonanzfrequenz entspricht (er wird allerdings auch angestoßen, wenn $1/2f_0$ oder $1/3f_0$ oder andere Frequenzen, von denen ein ganzzahliges Vielfaches die Resonanzfrequenz f_0 ergibt, mit genügender Amplitude anliegen!). Bei ausreichender Amplitude erscheint am Kollektor zunächst ein infolge der fehlenden Basisvorspannung nur kleines Signal, das über die Rückführung mit C6 aber wegen der Gleichrichtung an D5 der Basis von T2 eine positive Spannung zuführt. Das Signal wird dadurch besser verstärkt, der Resonanzkreis nimmt eine höhere Resonanzspannung an, T2 »zieht« einen für das Öffnen von T3 (Bild 25) ausreichenden Kollektorstrom (bzw. – in der Originalschaltung nach Schumacher – einen für das Ansprechen des im Kollektorkreis liegenden Relais ausreichenden Strom).
Prinzipiell kann diese abgewandelte Schumacher-Stufe über C4 unter Vorschalten eines 50- bis 100-kΩ-Potentiometers zum Einstellen des Ansprechwerts und zur Entkopplung zu anderen Kanälen direkt vom Tonfrequenzgeber angesteuert werden. Will man aber den elektronischen »Schlüssel« kleinhalten, so wird es schwierig, die dann erforderliche Amplitude aufzubringen, und außerdem ergibt sich eine hohe Störanfälligkeit gegen Fremdspannungen auch anderer Frequenzen (also Ansprechen auf Oberwellen von Störspannungen u.ä.), z.B. auch auf einen »elektronischen Dietrich« in Form eines durchstimmbaren Tongenerators. Diese Bedenken rechtfertigen den bis C4 getriebenen zusätzlichen Aufwand. Eine kleine Eingangsspannung erfordert auf jeden Fall den Einsatz von T1; allerdings kann man z.B. ab C3 nach vorn zu abbrechen, wenn unbefugte, aber »fachkundige« Eingriffe nicht zu erwarten sind. Der zwischen C1 und C3 liegende Schaltungsteil bewirkt dies: Während das Signal des elektronischen Schalters (eine rechteckähnliche Spannung mit $U_{ss} \approx 2$ V) bei richtiger Frequenzeinstellung das Schloß öffnet, reagiert die Schaltung weder auf Netzspannung (220 V bei 50 Hz) noch z.B. auf Impulse beliebiger Frequenz (außer bei Schloßfrequenz) von $U_{ss} \approx 120$ V, wie man sie z.B. aus der (normalerweise) Primärseite eines K31-Kleintransformators erhält, wenn dieser auf der sonst als Sekundärwicklung dienenden Seite Impulse von einem SF 126 bei 9 V Speisespannung erhält. Der SF 126 wurde bei diesem Versuch mit einer Rechteckspannung basisseitig voll ausgesteuert.
Diese Unempfindlichkeit gegen Störungen ergibt sich aus der doppelten Begrenzung durch die Siliziumdioden D1 und D2 ($U_{ssmax} \approx 1{,}2$ V bei maximaler Störspannung) und die Germaniumdioden D3 und D4 (»steile« Kennlinien mit Knick bei etwa 120 mV durch Verwendung der Kollektor-Basis-Strecken von Basteltypen des GC 116). C2 wirkt als Tiefpaß, nimmt also auch von D1 und D2 eventuell nicht genügend gedämpfte Spitzen auf, und die niedrigen Werte von C1 und C3 (sowie C4) ergeben Hochpaßverhalten vor allem gegenüber Netzfrequenz. Damit im Durchlaßbereich dieser

RC-Kombinationen die Schaltung auf die gewünschte Frequenz zwar gut anspricht, aber auch nicht unnötig störempfindlich wird, ist C4 der gewünschten Frequenz anzupassen (s. Tabelle 2). Stellt man R3 so ein, daß das Nutzsignal gerade mit Sicherheit im Batteriespannungsbereich des Schlüssels zum Öffnen ausreicht, dann ist die maximal mögliche Störsicherheit gewährleistet.
Die Kombination R8, R9 dient einmal zum Begrenzen des für T3 möglichen Basisstroms; bei kleiner Stromverstärkung von T3 muß der Gesamtwert gegebenenfalls verringert werden. Zum anderen wirkt dieses Glied zusammen mit C7, C8 (aus Platzgründen $2 \times 200 \mu F/3 V$) als Ansprech- und Abfallverzögerung von je mindestens 1 s. Dadurch erreicht man, daß »Fremdgeneratoren« beim Durchstimmen sehr langsam bedient werden müssen, damit eine Ansprechchance besteht. Außerdem ergibt sich z. B. in der Anwendung »Schreibtischschublade« bei Versorgung über Außenkontakte die Möglichkeit, dort ohne komplizierte Federung auszukommen, wenn nach dem Betätigen schnell genug geöffnet wird. (Das setzt allerdings auch eine entsprechend große Kapazität des Kondensators in der Stromversorgungseinheit voraus, der sich mit in der Schublade befinden müßte, damit der Magnet genügend lange angezogen bleibt.) Schließlich erspart dieses »schleichende« Abfallen – wie schon angedeutet – weitere Schutzmaßnahmen für den Transistor gegen induktive Abschaltspannungsspitzen.
Statt des Kontakteingangs kann man selbstverständlich jeden beliebigen (aber aufwendigeren) Aufnahmekopf vorsehen, also Mikrofon [5], Induktionsspule, Fotoelement u. ä., sofern der Frequenzbereich dieser Bauelemente die im Empfänger verwendete Resonanzfrequenz enthält. Im Muster wurden – begrenzt durch den Frequenzgang der RC-Kombinationen – Resonanzfrequenzen zwischen etwa 1 kHz und 6 kHz erfolgreich erprobt. Nach unten zu nahm dabei die Ansprechbandbreite merklich ab, die Selektivität der Schaltung stieg also. An den Grenzen dieses Bandes mußte die Stellung von R3 nach oben hin verändert werden, was eine wachsende Störanfälligkeit zur Folge hatte.
Die verwendeten Papierkondensatoren (bzw. die moderneren Nachfolgetypen in Polyester) haben meist große Fertigungstoleranzen (bis ± 20 %). Für die Schalenkernspulen wird man nicht immer einen Abgleichkern erhalten; ein solcher Kern gestattet auch kaum mehr als etwa 10% L-Variation. Es hat daher keinen Sinn, die Sollfrequenz gemäß $f = 1/(2\Pi\sqrt{LC})$ bis auf das letzte Hertz festlegen zu wollen. Ausgeglichen wird vielmehr im Generatorteil. Man muß jedoch wissen, wieviel Windungen eine Schalenkernspule für ein bestimmtes L erfordert und welchen größten Drahtdurchmesser man dafür einsetzen kann. (Je dicker der Draht, also je besser die Spule bei gegebener Windungszahl gefüllt ist, um so besser wird der Resonanzkreis!) Jeder Schalenkern trägt den sogenannten A_L-Wert aufgedruckt, der zwischen weniger als 100 (meist großer Luftspalt des inneren Kernteils) und etwa 2200 (Luftspalt 0) liegen kann. Die Dimension dieses Wertes ist Nanohenry, d. h. 10^{-9}H. Für die Induktivität einer im Kern untergebrachten Spule mit w Windungen gilt, wenn der gegebene Wickelraum in etwa gefüllt ist, $L = w^2 \cdot A_L$. Wird w gesucht, weil auf Grund der obengenannten Gleichung für die Frequenz das gegebene C ein bestimmtes L erfordert, so rechnet man also mit $w = \sqrt{L/A_L}$, wobei die Windungszahl nur richtig herauskommt, wenn man L in H einsetzt und den A_L Wert (z. B. 630) in der Rechnung auch wirklich mit dem Faktor 10^{-9} versieht, damit auch er in H ausgedrückt ist. (Oder es wird L in nH eingesetzt, und der A_L-Wert wird ohne Faktor benutzt.) Beispiel: Gewünscht $L = 0{,}1$ H, gegeben $A_L = 100\,nH = 100 \cdot 10^{-9}H$; $w = \sqrt{0{,}1/100 \cdot 10^{-9}} = \sqrt{10^6} = 1000$ Wdg.
Schalenkerne sind im Amateurbedarfshandel unterschiedlich im Angebot. Die für die Schaltung nach Bild 25 bezüglich der eingesetzten Kondensatoren innerhalb des Tonfrequenzbereichs und des Verhaltens des Kreises in der Schaltung als günstig ermittelte Induktivität zwischen 15 mH und 20 mH läßt sich vielfältig realisieren. Auf der Leiterplatte (s. Bild 27) kann maximal ein Kern der Größe 22×13 (erste Zahl ist Außendurchmesser in mm, zweite Höhe in mm) untergebracht werden.
Mit Amateurmitteln »frei Hand noch wickelbar« für solche L-Werte sind die Spulenkörper von Kernen 14×8; als Zwischengröße gibt es 18×11. Für diese 3 Größen gibt Bild 26 Auskunft über die günstigste (d. h. maximal mögliche) Drahtdicke des isolierten Drahtes, wobei man möglichst die volumengünstigen einkammrigen Körper benutzen sollte. Draht der aufgeführten Durchmesser (mit Isolation gemessen) kann von alten Relais, Drosseln oder Transformatoren gewonnen werden; die benötigten Mengen sind nicht groß. Notfalls weicht man auf den nächstkleineren verfügbaren Durchmesser aus. Zu beachten ist, daß die linke Einteilung für 14×8, die rechte für 18×11 und 22×13 in Verbindung mit den jeweils 2 Geraden für die verschiedenen Kammerzahlen gilt. Befestigt wird die Spule auf der Leiterplatte mit einer Schraube aus Nichteisenmetall, d. h. entweder aus Messing oder aus Aluminium. Nur Kerne ohne Luftspalt kann man auch mit Stahlschrauben befestigen. Als Zwischenlage zwischen Schraubkopf und Kern dient eine Hartpapierscheibe, damit der Kern mechanisch nicht zu stark beansprucht wird. In der Leiterplatte kann Gewinde vorgesehen werden, oder man

kontert mit einer Mutter. Fester Sitz garantiert konstantes L. Die beste Frequenzkonstanz ergibt sich, wenn die Kernhälften entfettet, dünn mit Epoxidharz eingestrichen, zusammengefügt und unter Druck (Masse von etwa 1 kg aufsetzen) 24 Stunden lang zum Aushärten gelagert werden. Zur Leiterplatte nach Bild 27 ist nicht viel zu sagen. Man fertigt sie nach Originalbauplan Nr. 20 [1] an, wobei als Decklack beim Zeichnen übrigens auch Löttinktur dienen kann. Man muß sie nach dem Ätzen noch nicht einmal abwaschen, da diese Deckschicht lötfähig ist. Allerdings empfiehlt sich gründliches Spülen in Wasser. Mit den Ecklöchern (gegebenenfalls mit Gewinde versehen) läßt sich die Platte beliebig montieren. Da ihre Breite den Gehäusemaßen des »Amateurelektronik«-Systems entspricht [2], kann man sie auch in ein solches Gehäuse einschieben. Das für T3 benutzte Kühlblech (ebenfalls von »Amateurelektronik«) bedingt bei Außenmontage, daß man es auf Abstandsbuchsen montiert, damit die Schrauben nicht an das Blech stoßen. Bei Einschieben in das genannte Gehäuse können dagegen nur flache Scheiben oder Isolierfolie zwischengelegt werden. Die Anschlüsse für Plus, Minus und Ausgang kommen dabei am besten auf die Leiterseite. Für den Eingang benutzt man eine Stecklötöse.
Die Stromversorgung des Schlosses muß über einen zuverlässig isolierten Schutztransformator aus dem Lichtnetz erfolgen, damit kein Batteriewechsel erforderlich wird. Allerdings empfiehlt sich für größtmögliche Sicherheit eine Bereitschaftsbatterie, z. B. ein ständig gepufferter Akkumulator, wenn mit Netzausfällen gerechnet werden muß. Im »Normalfall« wird es aber auch ohne diese gehen. Auch 2 Buchsen, eventuell versteckt an der Tür angebracht, können die Sicherheit gegen Ausfälle erhöhen: Tritt ein Ausfall der Netzspannung ein, so speist man in sie die Spannung, z. B. aus einer »Notbatterie« von 6 Kleinakkumulatoren RZP 2, ein, wenn es sich um eine 12-V-Anlage handelt. Eine mutwillige Zerstörung durch Überspannung oder Kurzschluß von außen läßt sich verhindern, wenn ein Relais dafür sorgt, daß erst bei Netzausfall diese Buchsen an die übrige Schaltung über die Relaisruhekontakte angelegt werden.
Zwar mit über 30,– M relativ teuer, dafür aber an unterschiedlichen Spannungsbedarf leicht anzupassen ist – wie eingangs schon angedeutet – ein Eisenbahn-Fahrtransformator z. B. des Typs F2 (»2 bis 12 V«). Ein 1000-μF-Elektrolytkondensator und das Einstellen von etwa 10 V an ihm bei angezogenem Zugmagneten (das reicht für 12 V Nennspannung in den meisten Fällen) genügten für die Schaltung nach Bild 25. Damit entfiel ein eigener Netzteil. Der Transformator ist gekapselt und für Betrieb in trockenen Räumen zugelassen. Man muß lediglich darauf achten, daß sich je nach Verstellrichtung aus der Nullage eine andere Polarität an den Klemmen ergibt; man darf also später nicht falsch herumdrehen! Es empfiehlt sich aus Gründen der Sicherheit und der Lebensdauer, statt eines 15-V-Typs einen 25-V-Typ für den Elektrolytkondensator einzusetzen, gegebenenfalls 2 Stück 500 μF parallel. Dieses Siebmittel, ohne das der Zugmagnet infolge der für Bauplanzwecke angebauten Feder rasseln würde, kann an beliebiger Stelle zwischen Fahrtransformator und elektronischem Schloß untergebracht werden. Selbst bei Einsatz eines 8-V-Klingeltransformators, der nach Graetz-Gleichrichtung unter Last ebenfalls etwa 10 V liefert, dürfte sich die Angabe einer Leiterplatte für diesen Teil erübrigen. Man verdrahtet z. B. auf einer 35-mm × 80-mm-Lochrasterplatte (»Amateurelektronik« [3]) und schiebt diese unter Zwischenlage von Abstandsstreifen oder in der in Bild 28 gezeigten Weise mit in das Gehäuse ein. Obwohl die Bauelemente auf der Leiterplatte nach Bild 27 aus Platzgründen gestellt werden müssen (zu kurze Drähte gegebenenfalls mit Lötösen abfangen), erlaubt die Bauhöhe dieser Platte von etwa 25 mm noch immer das Einschieben einer solchen Gleichrichter- und Kondensatorplatte, da diese kaum höher als 20 mm wird. Die Außenanschlüsse über Leitungen, die aus einfachem »Klingeldraht« bestehen können (vom Transformator und zum Zugmagneten sowie zur »Eingabe« an der Tür), erfolgen am besten über Telefonbuchsen an der Frontplatte des aus »Amateurelektronik«-Elementen zusammengesetzten Gehäuses in Verbindung mit UKW-Flachbandsteckern mit entsprechender Kennzeichnung. Ein Gehäuse der Größe 1/3/5 (3 Wandelemente je Seite) bietet in der Länge außer für die 80 mm langen Platten genügend Raum für die Telefonbuchsen.
Für Leser, die sich näher mit dem Verhalten einer Schuhmacher-Stufe befassen wollen, sind die in Bild 36 und Bild 37 als Anhang zum Bauplan angefügten Oszillogramme bestimmt. Sie wurden von einem EO 174 A am Musterbaustein aufgenommen.

4.2. Elektronischer Schlüssel für das Schloß nach Abschnitt 4.1.

Ein elektronischer Schlüssel soll klein und handlich sein. Das bedeutet auch eine möglichst kleine Stromquelle. Die vom Empfänger (dem Schloß) geforderte Mindestspannung legt die Batteriespannung fest. Der Schlüssel soll auf die von den Schwingkreiselementen bestimmte Schloßfrequenz einstellbar

sein, da im umgekehrten Fall im Schloß erheblich größerer Aufwand nötig wäre. Außerdem bietet ein »nachstimmbarer« Schlüssel größere Sicherheit für das Funktionieren, falls seine Frequenz durch Änderungen der Temperatur oder der Spannung zu weit weggewandert sein sollte. Diese Bedingung erfüllt ein über die Basiswiderstände abstimmbarer RC-Multivibrator; er nutzt auch die Batteriespannung infolge des Schaltverhaltens (U wechselt periodisch von nahezu 0 bis U_{Batt}) gut aus. Eine Schaltung in der Dimensionierung nach Bild 29 (mit zusätzlichen RC-Kombinationen in den Basisleitungen zur Verbesserung der Kurvenform) gestattet es, den im Schloß vorgesehenen möglichen Frequenzbereich (s. Abschnitt 3.1.) durch Verändern von R7 zu überstreichen. Gemäß Tabelle 2 ergaben sich Schloßresonanzen zwischen 1,4 kHz (mit 1 µF) und 5,25 kHz (mit 47 nF; Meßgenauigkeit entsprechend Zeitbasistoleranzen des verwendeten Oszillografen), die im Multivibrator noch mit guter Treffsicherheit einzustellen waren. (Kleiner R7-Wert entspricht hoher Frequenz.) Nach R_{max} hin läßt sich R7 nicht ganz ausnutzen, da bei zu großem Basiswiderstand keine für gegebene Werte von Stromverstärkung und Kollektorwiderstand ausreichende Aussteuerung mehr zustande kommt, so daß sich die Rechteckschwingung zu stark verformt. Die Frequenz kann dann u. U. sogar wieder größer werden!
Will man einen anderen Frequenzbereich erfassen, so geschieht das in der vorliegenden Schaltung am übersichtlichsten durch Verändern der Koppelkondensatoren C1 und C3: je kleiner die Kondensatoren, um so höher die Frequenz.
Zum Einstellen des »Schlüssels« auf die Ansprechfrequenz des »Schlosses« schließt man den Schlüssel 2polig an den Eingang des Schlosses an und mißt die Basis-Emitterspannung von T2 entsprechend Bild 25. Der Innenwiderstand des Instruments soll mindestens in der Größenordnung von R7 des »Schlosses« liegen, den man gegebenenfalls auch so lange abtrennen kann. Das Muster wurde mit dem 20-kΩ/V-Vielfachmesser nach Bauplan 23 gemessen, gestöpselt auf Bereich 1 V. Beim langsamen(!) Durchstimmen von R7 des Multivibrators geht in der Nähe der Resonanz der bei Anliegen des »Schlüssels« zunächst angezeigte Ausschlag, der meist in der Größenordnung von 0,2 bis 0,3 V liegt, zuerst zurück; bei Erreichen der Resonanzfrequenz springt er dann auf etwa 0,6 V, und der Zugmagnet zieht an. Durchwandert man dieses Minimum von wenigen Millivolt, ohne daß der Sprung ausgelöst wird, so ist die Spannung hinter den Begrenzungsgliedern zu gering, und R3 im Schloß muß etwas »aufgedreht« werden (im Muster nahm er etwa Mittelstellung ein). Sobald das Schloß in Resonanz ist, sinkt sein Eingangsenergiebedarf an der Schumacher-Stufe.
Man darf nach dieser Einstellung also R3 nicht wieder zurücknehmen, sonst erfolgt später kein neues Ansprechen. Im Interesse größter Störsicherheit stellt man bei $U_{Battmin}$ des Schlüssels R3 gerade auf Ansprechen ein. Ist ein unbefugter (sachkundiger) »Tongeneratordietrich«-Eingriff nicht zu befürchten, kann man reichlicher einstellen, so daß die Ansprechsicherheit steigt. (Man bedenke, daß die eingesetzten Dioden ja keinen »idealen Knick« haben; daher ergibt sich bei größerer Ansteuerung auch etwas höhere Spannung an ihnen.)
Einen Vorschlag für die praktische Realisierung des Schlüssels bringen Bild 30 bis Bild 32. Als Gehäuse dient eine billige »Kappe 3« des Systems »Amateurelektronik«. Infolge ihrer innen sich nach oben zu etwas vermindernden Abmessungen ist die Generatorleiterplatte (Bild 30) nur 24 mm × 39 mm groß, liegt also um 1 mm unterhalb der Systemmaße und hat abgeschrägte Ecken. Als Bauelemente dienen 1/20-, eventuell 1/8-W-Widerstände und 63-V-Papier- oder Polyesterkondensatoren, liegend angeordnet; auch das Potentiometer – Gr. 05 – ist eine liegende Ausführung. Die Platte findet mit der Leiterseite nach oben Platz, dicht unter der Gehäusedecke. Darunter (und mit ihr durch isolierte Steig- und Haltedrähte elektrisch und mechanisch verbunden) befindet sich die Batterieplatte mit den beiden Knopfakkumulatoren (Typ D-01 aus dem Taschenempfänger »Kosmos«, im allgemeinen bisher einzeln für 1,50 M je Stück erhältlich). Sie trägt außerdem die Stecker für das Schloß (Bild 31).
Bei ihrer Gestaltung muß man berücksichtigen, daß die zu sichernde Tür nach außen hin möglichst wenig verändert werden soll und daß die Kontakte außen nicht sichtbar sind. Die verwendeten 1-mm-Drähte (vorn zugespitzter Bronzedraht, notfalls Kupfer) steckt man in entsprechend angeordnete Bohrungen von z. B. 1,2 mm Durchmesser in die Tür. Sie treffen auf eine Federleiste (Federn und Lochleisten sind ebenfalls handelsübliche »Amateurelektronik«Teile), die auf der Innenseite der Tür angebracht ist, eventuell in das Holz eingelassen. Diese Entfernung bestimmt die nötige Steckerlänge. Sie sollte unter 20 mm bleiben. Als Schutz für die Stecker (und als Schutz vor ihnen) dient dann z. B. eine »Kappe 1« von »Amateurelektronik«, die man mit einer 25 mm langen Lochleiste abgeschlossen hat (einkleben oder thermisch einklammern). Diese Leiste trägt »Blindkontakte« aus Federpaaren, so daß die Kappe sicher auf den Steckern gehalten wird. Bild 32 zeigt einen Querschnitt durch den Schlüssel; für die Aussage Unwesentliches wurde nicht dargestellt.

Die 4 Stecker gestatten vor allem, daß der Schlüssel ohne Schalter auskommt. Bild 31 enthält die erforderlichen Informationen: In der Federleiste der Schloßseite befindet sich eine Brücke, die den Multivibrator nur so lange einschaltet, wie er im Schloß steckt. Man kann also das Abschalten nicht vergessen, und die Batterie braucht im Grunde nur eine periodische »Erhaltensladung«, da die Stromaufnahme von nur etwa 1 mA eine theoretische Dauerbetriebszeit von 100 Stunden zulassen würde. Die den Akkumulatoren eigene Selbstentladung (Faustformel: 1%/Tag) erfordert also im wesentlichen spätestens nach 2 bis 3 Monaten eine Neuladung. Empfehlenswerter ist es, den Schlüssel abends in eine Federleiste zu stecken, die über Nacht einen Ladestrom von etwa 1 bis 2 mA liefert, weil man sie über einen entsprechend großen Vorwiderstand an die Spannungsquelle des Schlosses anschließt. Beim Nachbau des Batterieträgers muß genau gearbeitet werden, damit sich die beiden Akkumulatoren nicht berühren können. Auch darf die untenliegende Plusseite des vorderen auf keinen Fall mit der von der (untenliegenden) Minusseite des hinteren kommenden Leitung Kontakt geben – diese Leitung also nur schmal halten und am Rand entlangführen! Die beiden kurzen Anschlagdrähte helfen bei der Justierung (gegebenenfalls etwas biegen!). Einige Einzelheiten sind auch aus den Fotos zu erkennen.

4.3. Varianten

Die vorgestellte Lösung ist natürlich nicht für jeden Einsatzfall optimal und von absoluter Sicherheit. Im folgenden seien daher noch einige Anregungen für Varianten gegeben, die sich außerdem leichter aufbauen lassen.

4.3.1. Schlüsselvarianten

Zunächst kann der Schlüsselmultivibrator aus der Anlage selbst betrieben werden. Es ist möglich, die Schaltung auch mit mehr als 2 V zu speisen, so daß an einem Spannungsteiler im Schloß die günstigste Spannung einmalig eingestellt wird. Der Multivibrator kommt dann mit 3 Kontakten aus und kann um etwa 8 mm flacher gehalten werden, wenn die Stecker weiterhin auf der zweiten Platte sitzen. Die Kappe läßt sich leicht mit der Laubsäge abflachen.
Ein weiterer Schritt besteht darin, als Schlüssel nur eine Hälfte des Multivibrators (ebenfalls aus dem Schloß gespeist) mit sich zu führen. Diese Schaltung paßt dann sogar auf eine Leiterplatte 20 mm × 25 mm und in eine Kappe 1. Auf jeden Fall enthält dieser Teil das frequenzbestimmende Potentiometer. Als Schutzkappe für die im Rand der Leiterplatte montierten langen Stecker dient eine zweite Kappe 1, so daß der gesamte Schlüssel nur etwa 13 mm × 27 mm × 42 mm groß wird. 5 Stecker sind nötig, wenn man an den in Bild 29 bezeichneten Stellen trennt. Es empfiehlt sich, gegen dort eventuell eingespeiste Störspannungen in negativer Richtung den zweiten (im Schloß sitzenden) Transistor mit einer antiparallel zur Basis-Emitter-Strecke gelegten Siliziumdiode zu schützen (z. B. SAY 30). Geht man noch einen Schritt weiter und legt an diese Stelle eine Kombination zweier antiparallelgeschalteter Dioden direkt gegen Minus, während über einen weiteren Stecker von der Minusseite des Schlüssels aus erst der Emitter des zweiten Transistors an Masse gelegt wird, so kann dieser auch nicht zufällig von einem Störgenerator angesteuert werden.
Einen solchen dann 8poligen Eingang an den richtigen Kontakten gerade mit der richtigen Frequenz, Spannung oder Außenschaltung anzusteuern dürfte so gut wie ausgeschlossen sein. Daher wird für diesen Fall auch keine Leiterplatte vorgegeben, so daß jeder Leser seine individuelle »Zuhalte-Kombination« in Form der Steckeranschlußverteilung wählen kann.

4.3.2. Schloßvarianten

Teilweise griffen die vorgeschlagenen Schlüsseländerungen schon in die Schaltung des Schlosses ein. Man könnte im Schloß dadurch (besonders bei höherer Multivibratorspannung) im letztgenannten Beispiel u. U. sogar auf den ganzen Teil bis vor C4 verzichten.
Darüber hinaus kann auch der Multivibrator durch Umschalten auf eine zweite Frequenz komplizierter gestaltet werden, während im Schloß ab Kollektor von T1 ein zweiter Kanal erforderlich wird. Durch Vorgabe einer bestimmten Reihenfolge für die Eingabe beider Frequenzen und unter Ausnutzen der begrenzten »Haltezeit« des letzten Transistors könnte der zweite Kanal dazu dienen, erst dann den Zugmagnetkreis zu schließen, während die Verzögerung des ersten Kanals dessen Ausgangstransistor

gerade noch offenhält. Durch periodisches Umtasten (über Knopf oder einen zweiten, einen »Umtast-Multivibrator« mit etwa 0,5 Hz Folgefrequenz) ließe sich dann das Schloß für die Dauer der Schlüsseleingabe offenhalten. Ein »Dietrich-Generator« hat auch bei diesem Schloß wenig Chancen, allerdings auf Kosten eines hohen Aufwands. Auch auf die Vorgabe dieser Schaltung im Detail sei verzichtet, damit jeder Anwender zu einer möglichst »einmaligen« Lösung gelangt. Interessant erscheint auch eine Kombination der eben vorgeschlagenen Variante mit dem in Abschnitt 5. folgenden elektrischen Kombinationsschloß, da auch dort die richtige Eingabefolge Voraussetzung für einwandfreie Schloßfunktion ist.

Wesentlich einfacher, wenn auch nicht im gleichen Maße zusätzlich sicherer (im Vergleich zur »Grundlösung« nach Bild 25) ist es, die Gleichspannung des dann nach Bild 29 gestalteten Schlüssels als »zweiten Kanal« auszunutzen. Man zweigt sie am Schaltungseingang ab, führt sie (aus Sicherheitsgründen gegen hohe Fremdspannungen) einem hochohmigen Teiler mit eingebautem Diodenbegrenzer, ähnlich dem des direkten Kanals, zu und leitet sie z. B. zur Basis von T1, der dann ohne R5 arbeitet. Man kann in den Multivibrator z. B. noch einen Druckknopf und einen fünften Stecker einbauen, so daß der Gleichspannungsteil nicht direkt in den Haupteingang eingespeist wird. Dann erhöht sich nicht nur die Sicherheit dagegen, daß Unbefugte die richtigen Kontakte treffen (wenn sie die kleinen Bohrungen in der Tür überhaupt bemerken), sondern man kann über die Aufladung eines Kondensators bei Knopfdruck dafür sorgen, daß T1 erst bei Entladen dieses Kondensators zu einer bestimmten Zeit überhaupt nur (kurzzeitig) verstärkt und die Verriegelung freigibt.

5. Elektrisches Kombinationsschloß

Das im folgenden beschriebene Schloß enthält keinerlei »Elektronik«. Man kann aber ohne weiteres jeden seiner Tasteneingänge (die ja nur impulsweise in der richtigen Reihenfolge bedient werden müssen) durch ein elektronisches Schloß der eben beschriebenen Art ersetzen. Dann erhöht sich der Sicherheitsgrad noch einmal um den Faktor des elektronischen Teils; gleichzeitig wächst aber auch die von der Zahl der Bauelemente abhängige Ausfallwahrscheinlichkeit.
Im Zeitalter der integrierten Schaltkreise ist es prinzipiell sogar möglich, z. B. die Ausgänge eines Ringzählers, entsprechend auf die Schlüsselstecker verteilt, so in dieses Schloß einzuspeisen, daß die Impulse Leistungstransistorkombinationen statt der Tasten in der richtigen Reihenfolge kurzzeitig durchschalten. Dies sei aber nur als eine künftige, aufwendige Möglichkeit angedeutet. Allein die rein elektromechanische Lösung hat schon einen guten Sicherheitsgrad und den Vorzug, daß bis auf den Ausfall der Stromversorgung kaum etwas passieren kann.
Die Schaltung nach Bild 33 geht auf eine Anregung aus [4] zurück, wurde dieser gegenüber aber verändert und ergänzt. Es handelt sich um die Verknüpfung von 2 Relais mit 1 elektrischen Türöffner (statt dessen kann auch ein Zugmagnet eingebaut werden). Der Öffner spricht nur an, wenn man 3 bestimmte, unter 10 Stück jederzeit beliebig neu kodierbare Tasten in einer bestimmten Reihenfolge drückt. (Die Tasten sind nichtrastend, also ganz einfache »Druckknöpfe«.) Man hat sich nur die jeweils gültig 3stellige Zahl zu merken und braucht keinen Schlüssel. Das würde schon genügen, wenn nicht doch jemand durch geduldiges Probieren vielleicht schließlich die richtige Reihenfolge herausfände (man hörte ja u. U., falls die Relais zu dicht hinter der Tür montiert wurden, wenn sie anziehen!). Die 7 übrigen Tasten werden daher mit einem 3. Relais verbunden, das bei Berührung einer jeden ihm gerade zugeordneten Taste den vielleicht schon teilweise aufgebauten Weg wieder in sich zusammenfallen läßt. Das erhöht die Sicherheit gegen unbefugtes Auslösen erheblich, würde aber auch dann noch zu weiteren Versuchen reizen. Daher ertönt bei einer solch unbefugten Betätigung außerdem eine Klingel und gibt Daueralarm. Gelöscht werden kann nur mit Ta 11. Man muß also als »Befugter«, wenn man von außen kommt, im Alarmfall mit einem Spezialstößel durch eine verborgene Türöffnung hindurch diese Taste erreichen können. (Auch dafür lassen sich mit mehreren Löchern wieder zusätzliche »Blindtasten« vorsehen – man kann das Spiel also sehr weit treiben. Allerdings dürfte schon der einmalig ausgelöste Alarm jeden vertreiben, der vielleicht nur seinem Spieltrieb unterlag.)

Die Schaltung selbst funktioniert so, daß bei Drücken der (richtigen) 1. Taste Relais A anzieht und sich über a1 selbst hält. Über a2 wird gleichzeitig der Weg für Relais B vorbereitet, dessen Taste erst jetzt ansprechen kann. Damit hält sich auch Relais B (über b2) und bereitet den Stromkreis für den Öffner (Z bzw. T) vor, der mit der 3. Taste betätigt wird. Ist es ein (mit Wechselspannung gespeister) Türöffner, so signalisiert sein Schnarren, daß die Tür jetzt geöffnet werden kann. Jede falsche Tastenbetätigung, die zum Anzug von Relais C führt, unterbricht den Stromkreis für A, B und T, ergibt Selbstschaltung über c1 und löst damit über c2 Daueralarm aus. Wird auf c1 verzichtet, so klingelt die Anlage nur kurz für die Dauer der Tastenbetätigung, ist dafür aber anschließend sofort für richtige Bedienung bereit (ohne Stößel für Ta 11 von außen). Man wähle also nach Einsatzfall und persönlichen Wünschen.
Ta 11 muß übrigens in diesem Fall nicht anschließend von Hand betätigt werden, sondern kann sich in Form eines Türkontakts automatisch öffnen, sobald die Tür geöffnet wird, und auch wieder schließen. Die (im Prinzip täglich mögliche) Neukodierung erfolgt über eine Kodierplatte, die gemäß Bild 34 gestaltet sein kann. In diesem Fall dienen im Abstand von 5 mm auf einer einfachen Leiterplatte angebrachte Federpaare von »Amateurelektronik« in Verbindung mit 1-mm-Steckern als Verknüpfungselemente. Die 3 Betätigungsorgane (A, B und T bzw. Z) werden mit Leitungslitzen in die gewünschten, bezifferten Federpaare eingesteckt. 7 »Programmstecker« verbinden die restlichen Kontakte mit dem Relais C für Abwurf und Alarm.
Da die Relais für Gleichspannung ausgelegt sind, während Türöffner und Klingel von Wechselspannung gespeist werden (T allerdings auch wahlweise mit Gleichspannung, jedoch bei höherer Betriebsspannung – typenabhängig – auch entsprechend hohe Stromaufnahme, also große Siebmittel mit Rücksicht auf die übrige Schaltung!), enthält die Schaltung wegen der Art der Verknüpfung 2 Gleichspannungskreise. Jeder wird einfach über eine Einweggleichrichtung mit 1 Elektrolytkondensator zur Glättung gespeist. Der Anwender muß Relaistyp, Öffnerart und sich aus beiden ergebende Betriebsspannung selbst wählen. Der eingeklammerte Wert des Kondensators bei Relais C trägt der Tatsache Rechnung, daß der Strombedarf des Zugmagneten (für ihn sind die gestrichelten Änderungen in der Leitungsführung vorzunehmen) erheblich über dem des Relais liegt. Die vorgeschlagene Dimensionierung für 12-V-Relais und 12-V-Türöffner bedeutet, daß die Relais (und der Zugmagnet) nach Gleichrichtung maximal etwa 17 V erhalten würden, wenn der Transformator einen genügend kleinen Innenwiderstand hat und die Kondensatoren gegenüber der Stromentnahme groß sind. Daher wurden Vorwiderstände eingefügt, berechnet für Relais NSF 30. 1 für 12 V bzw. die äquivalenten älteren Typen der Reihe GBR 301. Die Kondensatoren brauchen bei der 12-V-Variante nur 25-V-Typen zu sein.
Die Taster können »Eigenbauten« aus 2 Federblechstückchen sein, aber auch Klingelknöpfe oder verborgen hinter kleinen Bohrungen angebrachte Mikrotaster, die man mit einem dünnen Stößel betätigt.

6. Notwendige Hinweise

Alle Anregungen dieses Bauplans lassen sich bedenkenlos überall dort realisieren, wo es um das Sichern von Sachwerten geht, ohne daß die Sicherheit von Menschen gefährdet ist, wenn ein Ausfall auftritt. Schreibtische, Schränke, Behälter usw. (also u. a. beliebte, aber meist nichterwünschte Spielobjekte für Kinder) können beliebig elektrisch und elektronisch abgesichert werden; ein gewaltsames Öffnen ist notfalls jederzeit möglich.
Anders verhält es sich, wie schon eingangs angedeutet, mit sogenannten Fluchtwegen. Dazu und als Hinweis auch für die Auswahl der Spannungsquellen sei der zur Disposition dieses Bauplans angesprochene Gutachter zitiert:

- Türen, Gatter, Luken, die bei Gefahr den einzigen bzw. kürzesten Fluchtweg freigeben, müssen sich im Notfall mechanisch von innen öffnen lassen, unabhängig vom Funktionszustand des elektronischen Schlosses oder Schlüssels.
- Zum Schutz von Mensch und Tier und unter Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen kommen zur Stromversorgung dieser Einrichtungen nur Schutz- und Klingeltransformatoren mit elektrisch voneinander getrennten Wicklungen oder Akkumulatoren bzw. galvanische Elemente in Frage; im Spezialfall auch Eigenstromerzeuger (Dynamo, Notstromaggregat).

Die gesetzlichen Bestimmungen findet der Leser in

- Arbeitsschutzordnung 11, »Arbeitsräume, Fenster, Türen, Treppen, Beleuchtung, Heizung, Luken, Verkehrswege«, § 2, § 3;
- Fachbereichsstandard TGL 200–0602 Blatt 3, »Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen an betriebsmäßig nicht spannungführenden Teilen«, Abschnitt 3 – Schutzkleinspannung.

Für den Einbau von Zugmagneten in Türschlösser ergibt sich also der ergänzende Hinweis, daß, z. B. durch entsprechende Schlitze und in die Bolzen der Zugmagnete eingesetzte Stifte mit Knopf, von innen jederzeit eine mechanische Entriegelung möglich sein muß. Zur Ergänzung der im entsprechenden Abschnitt gegebenen Hinweise sei daher noch dies nachgetragen: Die weitverbreiteten »Fripa«-Zusatzsicherheitsschlösser (von innen mit Drehknopf zu öffnen) gestatten eine solche Betätigungsart und damit eine Erhöhung des Sicherheitsgrads um den Faktor »Elektronik« relativ leicht. Nach dem in Bild 7 dargestellten Prinzip »fällt« der gegebenenfalls mit einem Eisenstück verlängerte Bolzen von oben in eine nachträglich angebrachte Aussparung des Riegels und kann so leicht von innen über einen Querstift angehoben werden. Schließlich kann der Zugmagnet auch indirekt eingreifen, so daß er sich noch leichter ausrasten läßt (Bild 35). Das erlaubt auch (in Verbindung mit dem mechanischen Sicherheitsschlüssel) mechanischen Eingriff von außen, wobei es lediglich darauf ankommt, daß die erforderliche Öffnung oder zumindest ihre Funktion dem Uneingeweihten verborgen bleibt. Er könnte davon aber auch erst dann Gebrauch machen, wenn er im Besitz des zum Schloß gehörigen mechanischen Sicherheitsschlüssels wäre.
Der Phantasie bezüglich einfacherer Verriegelungen mit »elektronischem Anteil« sind auf Grund der Anregungen dieses Bauplans selbstverständlich ebenfalls keine Grenzen gesetzt.
Das trifft besonders dann zu, wenn ein eingangs erwähnter moderner Türöffner mit niedriger Ansprechspannung vorliegt: Er läßt sich praktisch von außen durch eine Batterie auslösen, ohne daß das Schloß eine eigene Stromversorgung braucht. Als Ausgangstransistor genügt ein SF 126. Parallelbetrieb zur normalen Türöffnerschaltung ist darüber hinaus möglich, wenn beide Seiten durch je eine Diode (SY 200 o. ä.) zwischen Quelle und Öffner entkoppelt werden, die beide vom Öffner wegzeigen: Dann kann die (jetzt zur Halbwellenspannung gewordene) Wechselspannung der normalen Fernbedienung die elektronische Schaltung nicht mehr beeinflussen, da die Diode des elektronischen Teils für diese Spannung sperrt. Wegen der über Diode und Transistor verbleibenden Spannung sollte mit wenigstens 4 V »Schlüsselspannung« gearbeitet werden. Die Schlüsselbatterie speist dann also 1. den Schlüssel und seinen Generator, 2. die Auswerteschaltung (z. B. Schumacher-Stufe) und 3. den Öffner (über die Schaltstufe). Des weiteren kann der genannte TGL-Typ an die für 12 V ausgelegten Schaltungen dieses Bauplans einfach über einen Strombegrenzungswiderstand von etwa 20 Ω/4 W angepaßt werden; die jeweils nur sehr kurzzeitige Stromentnahme rechtfertigt (besonders bei Netzbetrieb über Schutztransformator) eine solche Maßnahme.

Achtung! Infolge eines bedauerlichen Versehens während des Herstellungsprozesses wurden die Leiterplatten in Bauplan 21 nicht im Maßstab 1 : 1 wiedergegeben, sondern etwa 10 % kleiner. Wir bilden daher im folgenden diese zum direkten Ankörnen gedachten Zeichnungen nochmals im richtigen Maßstab ab. Außerdem möchten wir darauf hinweisen, daß auch in Bauplan 23 die Zeichnungen versehentlich mit einem kleinerem Maßstab abgebildet wurden, jedoch sollten diese Leitungsmuster ohnehin nur als Anregung dienen, da die Gestaltung vom Meßinstrument abhängt. Viele Leser werden auf Grund der Bemaßung der genannten Zeichnungen diese Tatsachen allerdings bereits erkannt haben. Es empfiehlt sich, in solchen Fällen die Körnerpunkte ins 2,5-mm-Raster auf Millimeterpapier zu übertragen und von dort anzukörnen.

95

35

Bohrungen ϕ1mm; für R3, R12 und Lötösen auf ϕ1,3mm aufbohren vgl. Bild 9

7. Literatur

Im Bauplan wurde folgende Literatur des Militärverlags der Deutschen Demokratischen Republik genannt:

[1] R. Oettel und K. Schlenzig: Gedruckte Schaltungen – ganz einfach, Originalbauplan Nr. 20 (1972).
[2] K. Schlenzig: Amateurelektronik-Geräte, Originalbauplan Nr. 19 (1971).
[3] K. Schlenzig: System Komplexe Amateurelektronik, Originalbauplan Nr. 13 (1969, 2. Auflage 1972).
[4] Im sowjetischen Verlag »Malysch« erschien 1970 in der Mappe »Automatik auf Schritt und Tritt« der Bauplan »Automatik in der Schule« von E. Bogomolow, der zur Schaltung nach Bild 33 anregte.
[5] Ein akustisch betätigtes Schloß findet man in F. Leuthold – K. Schlenzig: Elektronischer Türöffner SESAM, FUNKAMATEUR 15 (1966), H. 6, S. 275–277. Er arbeitet sender- und empfängerseitig mit einer Gütemultiplikatorschaltung, die vorgestellt wurde in
[6] H.-J. Fischer: Transistortechnik für den Funkamateur, 3. Auflage, S. 232, Deutscher Militärverlag.
[7] Die Schumacher-Stufe wird u. a. beschrieben von B. Lindemann: Hinweise für den Fernsteuermehrkanalbetrieb, FUNKAMATEUR 13 (1964), H. 1, S. 11–12.

Weitere Hinweise zu Schaltungen der Fernsteuertechnik, die für die Schloßelektronik interessant sind, findet man in den Jahrgängen 1966, 1968, 1969, 1970 und 1971 des Elektronischen Jahrbuches, Deutscher Militärverlag.
Ein elektrisches Kombinationsschloß, das allerdings Relais mit Folgekontakten benötigt, wird beschrieben in

[8] H.-J. Fischer: Kybernetische Experimente für den Amateur, ehem. Reihe »Der praktische Funkamateur«, Bd. 54, Deutscher Militärverlag 1965, S. 69–70.

Nach Manuskriptabschluß erschien noch der folgende Beitrag, der eine Übersicht über die verschiedenen mechanischen Schloßarten, ihre Zweckmäßigkeit und ihren Einsatzbereich gibt:

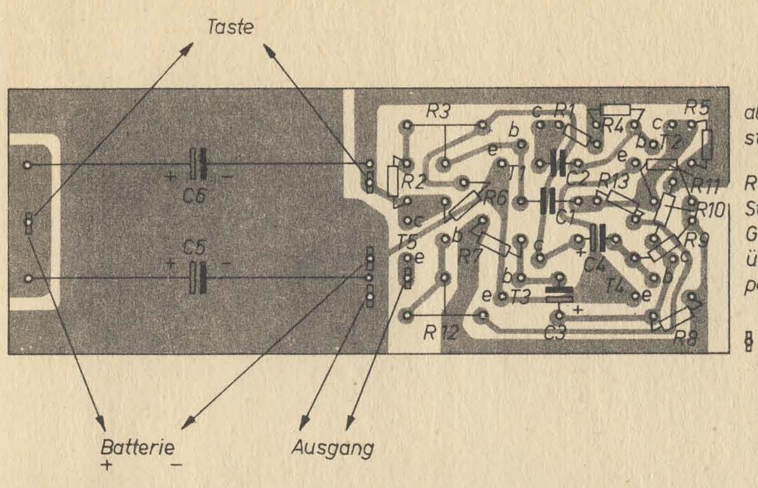
[9] K. Rothe: Hinter Schloß und Riegel, in: »Guter Rat«, H. 3/72; Verlag für die Frau, Leipzig. (Dr. Rothe gehört der Sektion Kriminalistik der Humboldt-Universität zu Berlin an, sein Beitrag dürfte also für alle die Leser sehr nützlich sein, die sich mit der vorliegenden Thematik über den Rahmen einer technischen Spielerei hinaus beschäftigen wollen!)

8. Bezugsquellen

Die für diesen Bauplan verwendeten Bauelemente sind im allgemeinen handelsüblich. Alle Filialen des RFT-Industrievertrieb bieten die nötigen Widerstände, Kondensatoren und Transistoren an. Relais sind unterschiedlich im Angebot, ebenso Schalenkerne. Nach Zugmagneten muß man u. U. suchen. Daher wurde – wie eingangs angedeutet – mit dem Konsum-Elektronik-Akustik-Versand, 7264 Wermsdorf, Clara-Zetkin-Straße 21, Telefon 333, vereinbart, daß die dort bei Manuskriptbeginn noch vorhandenen Bestände des GBM 50 für 12 V bis zu seinem Erscheinen zurückgehalten werden. Rechtzeitiges Bestellen sichert also Belieferung. Um »Nachschub« wird sich das Versandhaus bei entsprechendem Bedarf bemühen.
Elektrische Türöffner erhält man – wenn auch nicht ständig – in den Fachgeschäften des Elektrohandels. Der Einzelhandelspreis beträgt etwa 25,– M. Auf Betriebsspannung und Widerstand wurde weiter vorn bereits eingegangen. Da in vielen Fällen ein solcher Türöffner aber bereits in der zu sichernden Tür vorhanden sein wird, genügt es, seine Daten zu ermitteln und die übrige Schaltung darauf abzustimmen. Bei Verwendung des elektrischen Kombinationsschlosses nach Abschnitt 5. wird seine Anschlußstelle »Türöffner« praktisch nur noch parallel zu dem in der Wohnung vorhandenen Knopf für die sonst übliche Betätigungsart angeschlossen.

1.–20. Tausend · Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin 1973 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz-Nr. 5 · ES-Nr. 23 K · Lektor: Wolfgang Stammler · Zeichnungen: Manfred Schulz · Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Vorauskorrektor: Johanna Pulpit · Korrektor: Gertraut Purfürst · Printed in the German Democratic Republic · Lichtsatz: Graphischer Großbetrieb Interdruck · Druck und Buchbinderei: Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 27. September 1972 · Bestellnummer: 745 530 1

8



alle Widerstände 1/8W, stehend montiert!

R3 und R12 entweder Stellpotentiometer Größe 1, "P", oder über Lötösen Außenpotentiometer anschließen!

8 Stecklötöse

9

65

35

21

⊕ Batterieanschlüsse
⊖ auf die Leiterseite löten

→ zur Taste (auf die Folie löten)

22

Außenpotentiometer

P1

Schaltbuchse „Eingang"

C7 an Schaltbuchse gelötet

zur Spule

⊖

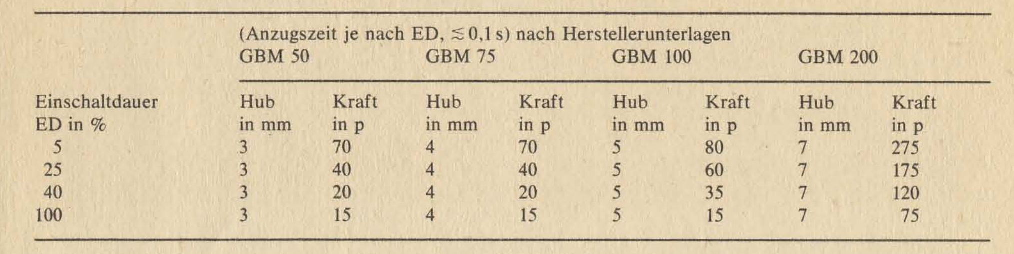
zur Spule

wahlweise je nach C

Schaltbuchse „Ausgang"

R(1/8W) und C außer C4 stehend anordnen

Tabelle 1a Maximaler Hub und maximale Zugkraft von Zugmagneten



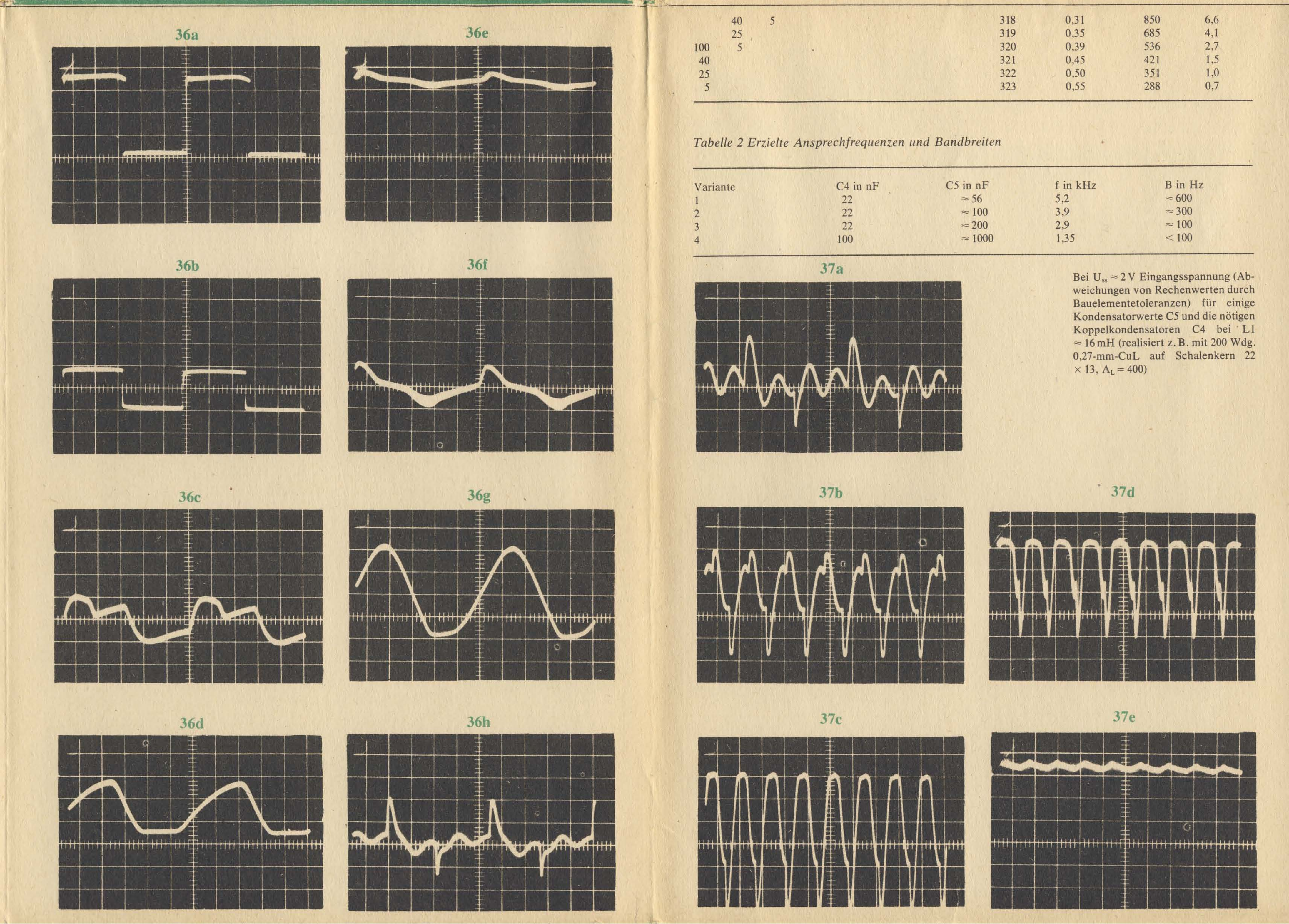
Einschaltdauer ED in %	GBM 50 Hub in mm	GBM 50 Kraft in p	GBM 75 Hub in mm	GBM 75 Kraft in p	GBM 100 Hub in mm	GBM 100 Kraft in p	GBM 200 Hub in mm	GBM 200 Kraft in p
	(Anzugszeit je nach ED, ≲0,1 s) nach Herstellerunterlagen							
5	3	70	4	70	5	80	7	275
25	3	40	4	40	5	60	7	175
40	3	20	4	20	5	35	7	120
100	3	15	4	15	5	15	7	75

Tabelle 1b Daten der Zugmagnetreihe GBM 50

2 V	4 V	6 V	12 V	24 V	40 V	60 V	80 V	110 V	Bv-Nr.	CuL Durchmesser	Wdg.-zahl w	Wdst. in Ω
Einschaltdauer in %												
								25	101	0,05	11620	2720
						40	25		102	0,06	8710	1420
					40	25			103	0,07	6330	756
					25	5			104	0,08	5100	467
				100	5				105	0,09	3920	283
				40					106	0,10	3300	193
				25					107	0,11	2790	135
			100	5					108	0,12	2420	98,6
			40						109	0,14	1720	51,4
			25						110	0,15	1530	39,8
		100	5						111	0,17	1230	24,9
		40							112	0,19	1010	16,4
	40	5							114	0,24	655	6,6
	25								115	0,26	570	4,9
100	5								116	0,29	455	3,2
40									117	0,33	355	1,9
25									118	0,37	290	1,2
5									119	0,40	255	0,9

Tabelle 1c Daten der Zugmagnetreihe GBM 100

2 V	4 V	6 V	12 V	24 V	40 V	60 V	80 V	110 V	Bv-Nr.	CuL Durchmesser	Wdg.-zahl w	Wdst. in Ω
Einschaltdauer in %												
								100	301	0,05	24600	7310
							100	40	302	0,06	18500	3825
						100	40	25	303	0,07	13450	2100
					100	40	25		304	0,08	10800	1255
						25			305	0,09	8300	763
					40	5			306	0,10	7000	520
				100	25				307	0,11	5900	362
					5				308	0,12	5150	266
				40					309	0,13	4100	180
				25					310	0,14	3650	138
			100	5					311	0,16	2880	83,7
			40						312	0,18	2350	53,9
			25						313	0,20	1960	36,4
		100	5						314	0,22	1600	24,4
		40							315	0,26	1215	13,3
	100								316	0,27	1105	11,3
		25							317	0,28	1035	9,8

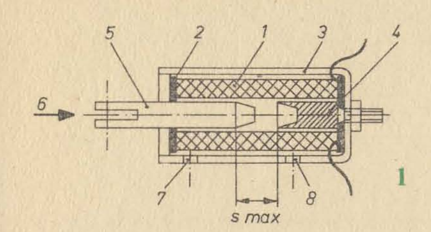


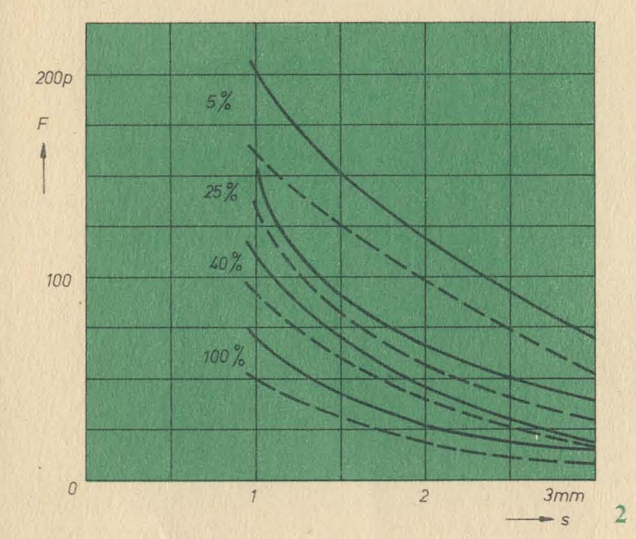
	40	5	318	0,31	850	6,6
	25		319	0,35	685	4,1
100	5		320	0,39	536	2,7
40			321	0,45	421	1,5
25			322	0,50	351	1,0
5			323	0,55	288	0,7

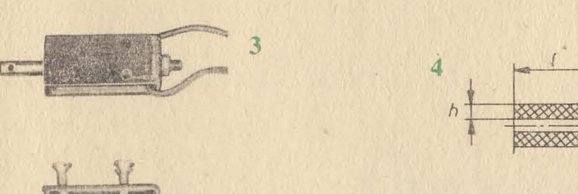
Tabelle 2 Erzielte Ansprechfrequenzen und Bandbreiten

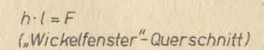
Variante	C4 in nF	C5 in nF	f in kHz	B in Hz
1	22	≈ 56	5,2	≈ 600
2	22	≈ 100	3,9	≈ 300
3	22	≈ 200	2,9	≈ 100
4	100	≈ 1000	1,35	< 100

Bei $U_{ss} \approx 2$ V Eingangsspannung (Abweichungen von Rechenwerten durch Bauelementetoleranzen) für einige Kondensatorwerte C5 und die nötigen Koppelkondensatoren C4 bei L1 ≈ 16 mH (realisiert z. B. mit 200 Wdg. 0,27-mm-CuL auf Schalenkern 22 × 13, $A_L = 400$)









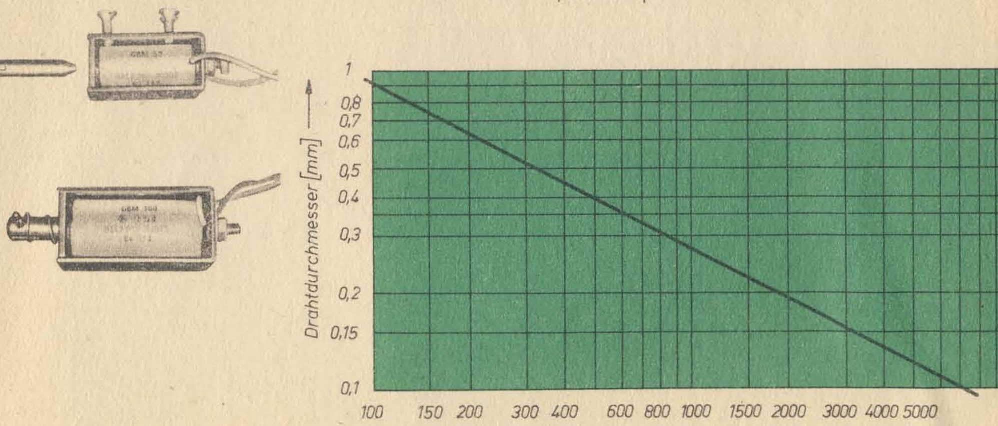
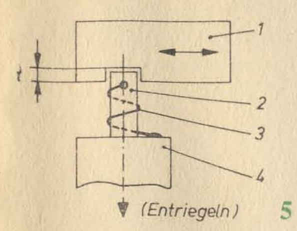


Bild 1
Schnitt durch einen Zugmagneten:
1 – Spule,
2 – Spulenkörper,
3 – Eisenblechrahmen,
4 – Gegenstück (kegelstumpfartig ausgespart),
5 – Zugbolzen mit Kegelstumpfende und Aussparung für Befestigung,
6 – Zugrichtung,
7, 8 – Befestigungslöcher (Gewinde),
s – maximaler Hub (typenabhängig)

Bild 2
Betätigungskräfte zu Beginn des Zugvorgangs in Abhängigkeit von Hub und Typ (Beispiel: GBM 50)

Bild 3
Zugmagnete der Typen GBM 50 und GBM 100

Bild 4
Richtwerte für den maximal möglichen Drahtdurchmesser bei einer gewünschten Windungszahl je Quadratzentimeter „Wickelfenster" des Spulenkörpers



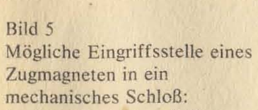


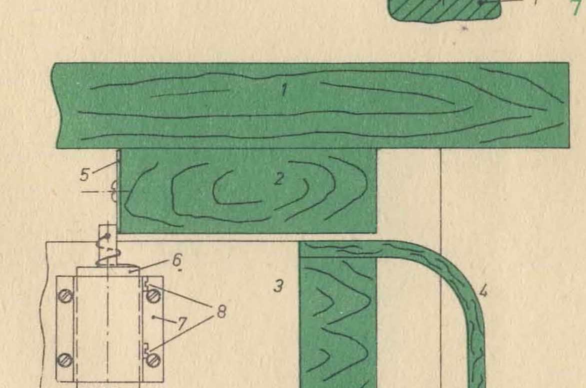
Bild 5
Mögliche Eingriffsstelle eines Zugmagneten in ein mechanisches Schloß:
1 – Riegel mit eingefeilter Aussparung für 2,
2 – Bolzen des Zugmagneten,
3 – weiche Feder (z. B. 2 Wdg. Federbronzedraht, Drahtdurchmesser 0,4 mm),
4 – Körper des Zugmagneten (im Schloß angeschraubt)

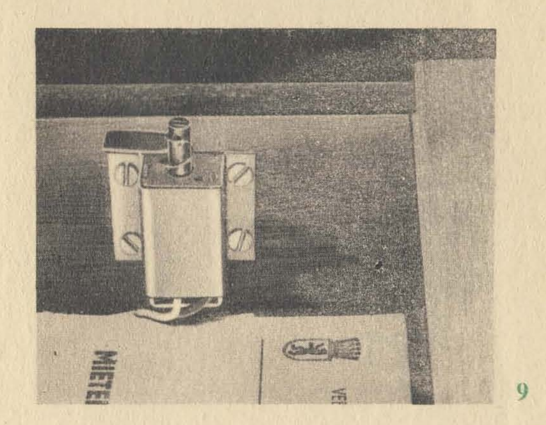
Bild 6
Befestigungsmöglichkeiten für die Bolzenfeder:
a – hinter Frontplatte einhängen,
b – in einer nahe der Ecke angebrachten Bohrung festlegen,
c – anlöten

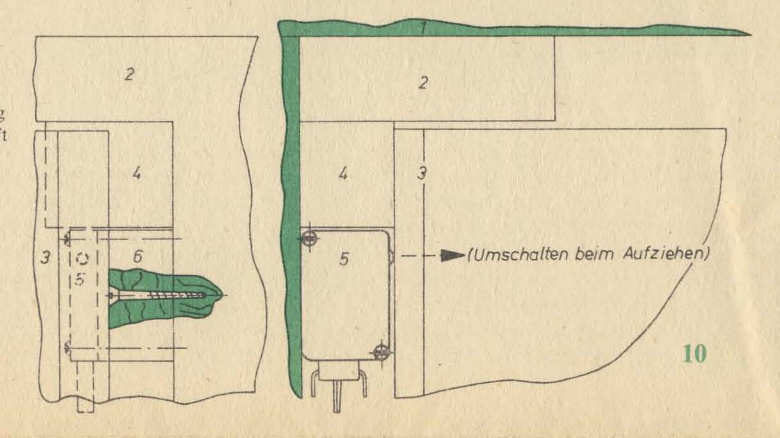
Bild 7
Schwerkraft statt Feder:
Der Bolzen (2) liegt im Riegel (1) an und wird gegebenenfalls gegen Herausfallen noch durch einen Faden oder Draht (3) gesichert, den man diagonal am Körper des Zugmagneten (4) befestigt

Bild 8
Verriegeln einer Schreibtischschublade (Beispiel: Modell des »Universal«-Typensatzes):
1 – Tischplatte,
2 – vordere Rahmenleiste,
3 – Schublade mit
4 – Griff,
5 – Eisenblech als Anschlagverstärkung,
6 – Zugmagnet GBM 50 o. ä.,
7 – Blechwinkel zur Befestigung von 6 (er muß die gesamte Kraft aufnehmen, die beim Öffnungsversuch über den Bolzen auf den Magneten übertragen wird),
8 – kurze Schrauben zur Lagefixierung des Magneten

Bild 9
Praktische Ausführung nach Bild 8 mit zusätzlichem Lagerblech für den Bolzen (Entlastung des Spulenkörpers bei Krafteinwirkung!)







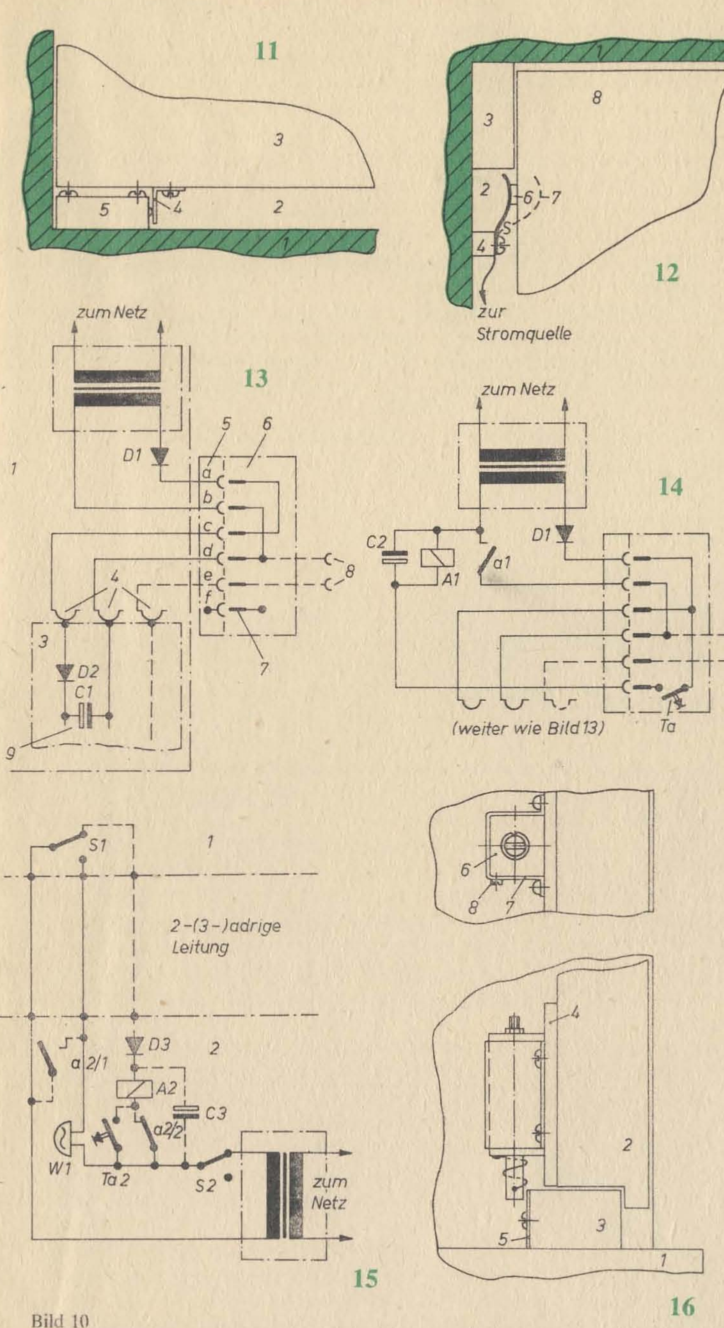


Bild 10
Mikrotaster als Fühler für das Öffnen der Schublade beim Modell »Universal«:
1 – Tischplatte,
2 – hintere Rahmenleiste,
3 – obere Schublade,
4 – Anschlagklotz (im Schreibtisch enthalten),
5 – Mikrotaster (Bauform C2, C5 o.ä.), mit Holzschrauben an 6 befestigt. Darstellung von vorn und von links; Schublade ganz eingeschoben,
6 – Abstandsklotz, an rechter Innenwand befestigt

Bild 11
Einbau eines Mikrotasters unter eine Schublade:
1 – Trägerkonstruktion für die Schublade,
2 – Freiraum zwischen 1 und 3,
3 – Schublade,
4 – Anschlagwinkel zur Betätigung von 5,
5 – Mikrotaster

Bild 12
Stromzuführung für Schubladen-Zugmagneten:
1 – Trägerkonstruktion für die Schublade,
2 – Freiraum nach hinten,
3 – Anschlagklotz,
4 – Kontaktbock,
5 – Federblechstreifen (2 Stück bei Zuführung nur der Versorgungsspannung, 3 oder 4 bei zusätzlichem selektivem Öffnungssignal),
6 – Kontaktschrauben in der Schubladenrückwand,
7 – Federlage bei entspannter Feder (Ende des Stromzuführungsbereichs),
8 – Schublade

Bild 13
Schubladenöffner mit einer kodierten Steckverbindung:
1 – Schreibtisch,
2 – schutzisolierter Netztransformator, U_{sek} der Zugmagnetspannung entsprechend (nach Gleichrichten und Sieben bei Belastung 12 V Gleichspannung),
3 – Schublade,
4 – Federkontakte nach Bild 12,
5 – Buchsenteil der Steckverbindung (im Schreibtisch versteckt eingebaut),
6 – Steckerteil (»Schlüssel«),
7 – beliebig viele Blindkontakte,
8 – mögliche Eingabe für selektives Signal, wenn Schublade mit elektronischem Eingangsteil versehen wird,
9 – Anschluß direkt an den Zugmagneten (bzw., bei Einbau eines elektronischen Eingangsteils, über diesen). D1, D2: SY 200, LY 1 o.ä., C1: Kapazität und Spannung je nach Zugmagnet für brummfreien Anzug (500 bis 2000 µF). Teil 2 versehentlich nicht beschriftet

Bild 14
Erhöhte Sicherheit für Schloß nach Bild 13: Erst bei Betätigen von Taste Ta schließt sich über Relaiskontakt a1 der Hauptstromkreis. Sonstige Einzelheiten wie Bild 13. C2: Kapazität und Spannung je nach Relais A1; Kriterium: brummfreier Anzug. Größenordnung 200 bis 500 µF. Relais A z. B. 12-V-Typ der NSF-Reihe (früher GBR 301 u.ä.)

Bild 16
Zugmagnetverriegelung für Schreibtischtür (Beispiel: Modell »Universal«); Darstellungen seitlich und von oben gesehen:
1 – Schreibtischrahmen, 2 – Tür,
3 – Halteleiste (mit Aussparung für Riegel des mechanischen Schlosses), 4 – Niveauausgleich (Hartpapier o.ä.), 5 – Eisenblech als Anschlagverstärkung,
6 – Zugmagnet GBM 50 o.ä.,
7 – Blechwinkel zur Befestigung des Zugmagneten (s. Bemerkung zu Bild 8!), 8 – kurze Schraube zur Lagefixierung des Magneten

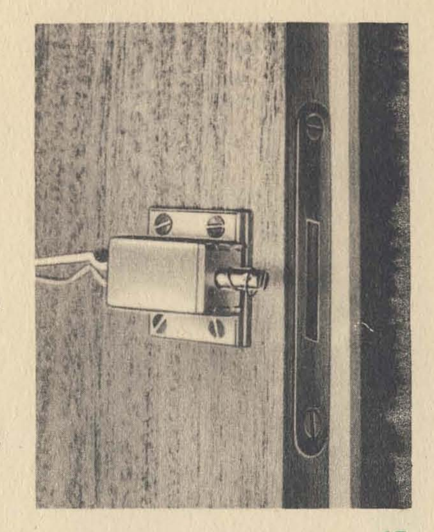
Bild 17
Praktische Ausführung nach Bild 16 (Es empfiehlt sich, in diesem Modell etwas niedriger oder höher als abgebildet anzubauen, da sonst der Zwischenboden stören kann!)

Bild 18
Eingriffsstellen für Zugmagnet vom Typ GBM 50 in ein übliches Türschloß (»Buntbartschloß«). Die Deckplatte erhält entsprechende Aussparungen (s. Bild 20); Befestigung der Zugmagneten über Blechwinkel (s. Bild 19)

Bild 19
Prinzipielle Befestigungsmöglichkeit für a – oberen und b – unteren Zugmagneten (Hauptlagerung in Deckplatte!)

Bild 20
Aussparungen für die Zugmagnete in der Schloßdeckplatte (Schloßdicke etwa 15 mm)

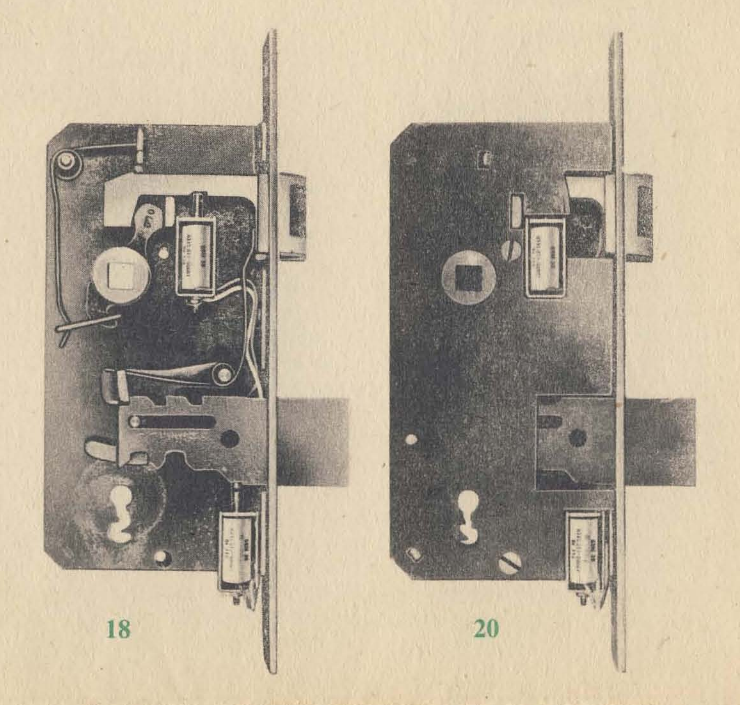
Bild 15
Signalgabe zu einem anderen Ort (2) beim Öffnen der Schublade (1) (Wechselstromklingel W1, aus getrenntem Klingeltransformator am Signalort versorgt, spricht an). Zusätzliche Sicherheit: Bei Durchschneiden und gleichzeitigem Kurzschließen der 3adrigen Leitung lassen die gestrichelt eingezeichneten Maßnahmen die Klingel dennoch ansprechen. Bauelementebezeichnungen fortlaufend gemäß Bild 13 und Bild 14; S1 – Mikrotaster gemäß Bild 11, S2 – Abschalter (vor befugtem Öffnen betätigen), Ta 2 – Nichtrastende Taste zum Löschen des Signals nach Verschließen der Schublade, a2/2 – Selbsthaltekontakt für Daueralarm. Gezeichnet: Ruhezustand (dabei ist das Relais angezogen!). A2, C3, D3 wie A1, C2, D1 nach Bild 13 bzw. Bild 14, wenn gleicher Transformatortyp benutzt wird



17

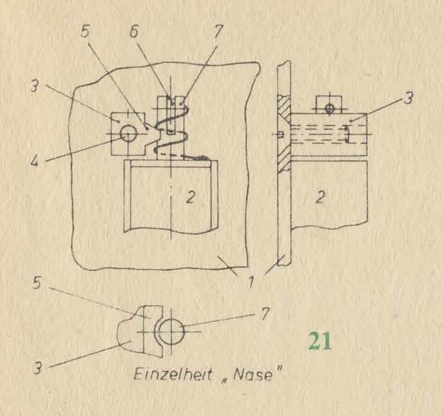
a) b)

19

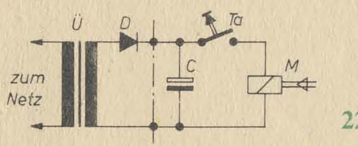


18

20



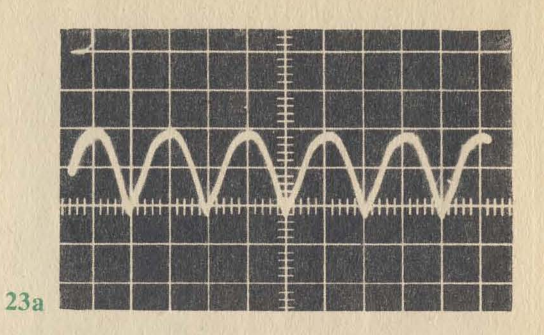
21



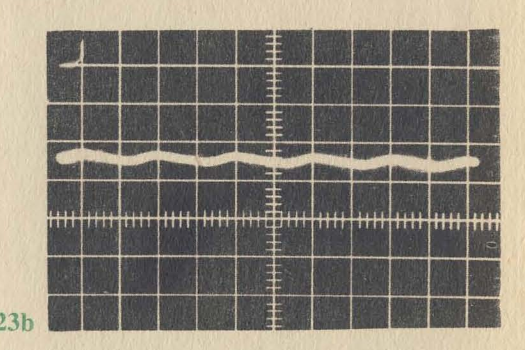
22

Bild 21
Notwendige Maßnahmen für das Abfangen der auf den Bolzen (7) wirkenden Kräfte: Schließen des Schlitzes durch Eisenplättchen (6) und Eisenklotz (3) als Gegenlager für den Zugbolzen.
1 – Grundplatte,
2 – Zugmagnet,
4 – Gewindebohrung mit Senkschraube,
5 – Nase, damit Feder des Bolzens nicht behindert wird (Nase möglichst halbrund ausfeilen als Lager für Bolzen)

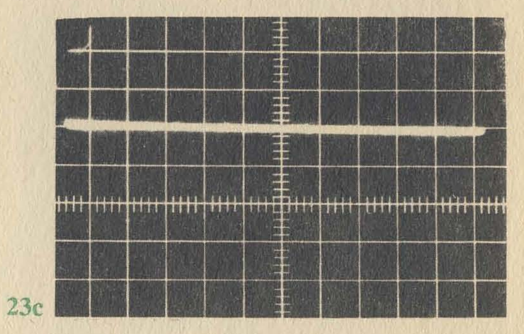
Bild 22
Grundstromkreis eines elektrischen Schlosses mit Zugmagnet M



23a



23b



23c

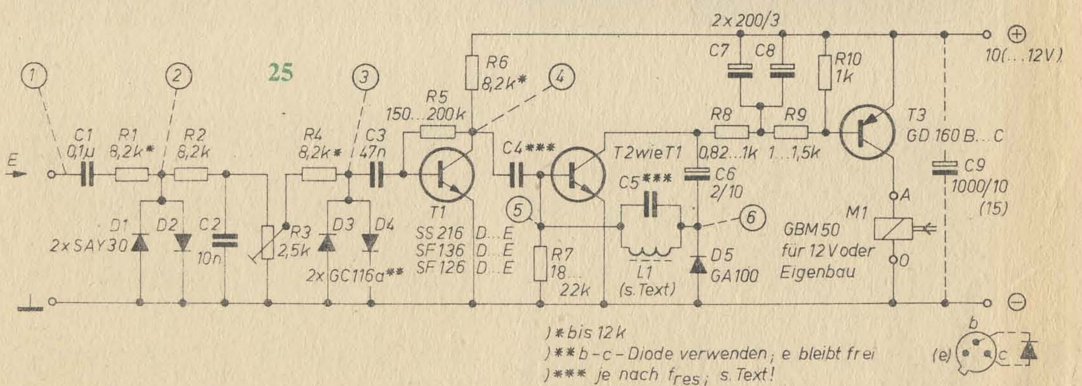
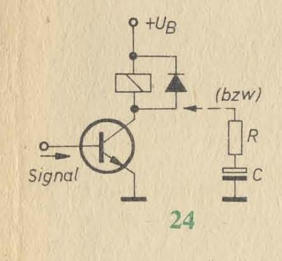


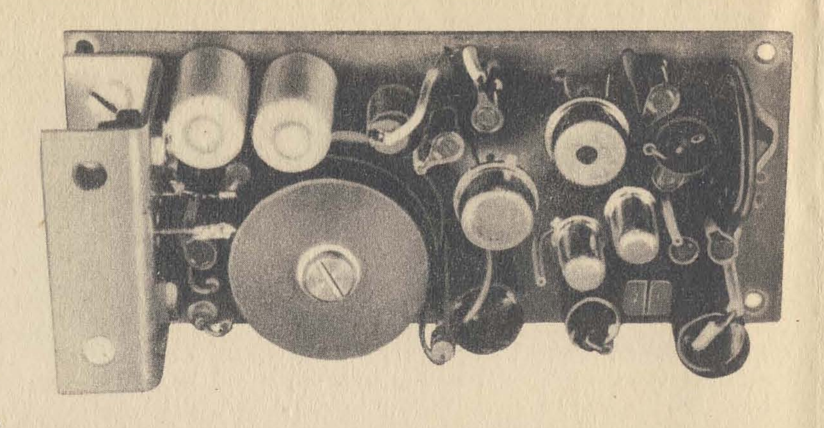
Bild 23
a – pulsierende »Gleich«-Spannung aus einem Fahrtransformator Typ F2 (»Vollweggleichrichtung«, d. h., beide Halbwellen werden erfaßt) bei Belastung mit einem Zugmagneten GBM 50 für 12 V mit etwa 40 Ω Wicklungswiderstand (schnarrt, da mit Feder mechanische Resonanz!),
b – mit C = 1000 µF genügend geglättete Spannung (Magnet zieht ruhig an), c – U an C ohne Last. x: 10 ms/cm, y: 10 V/cm (Rasterlinien in 0,5 cm Abstand)

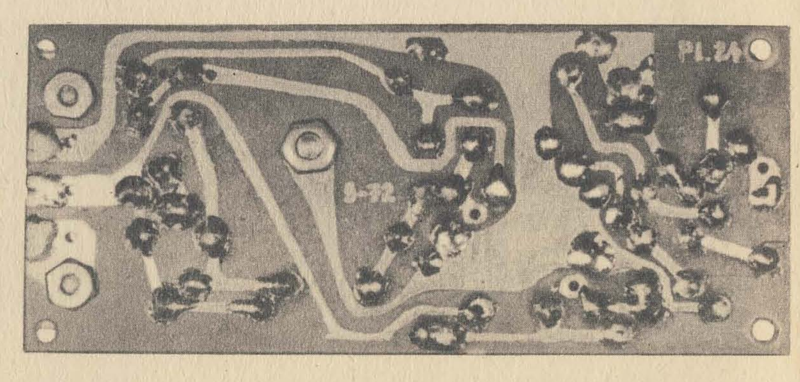
Bild 24
Maßnahmen zum Schutz des Transistors gegen induktive Abschaltspannung: Diode parallel zur Wicklung oder Kondensator zum Abfangen der Spitze

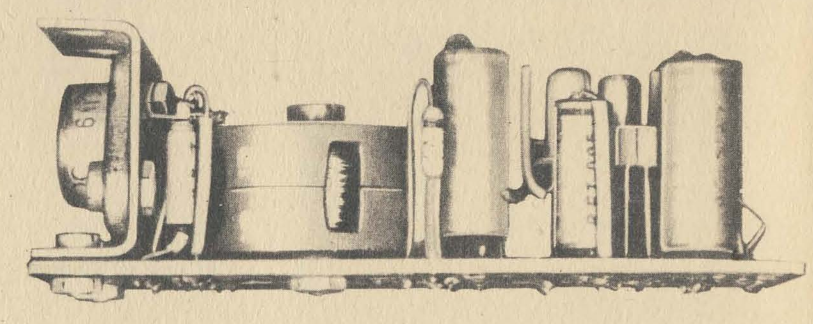
Bild 25
Selektives elektronisches Schloß mit direkter Signalzuführung, Bandpaßeingang und Begrenzern. Die bezifferten Punkte beziehen sich auf die Oszillogramme nach Bild 36

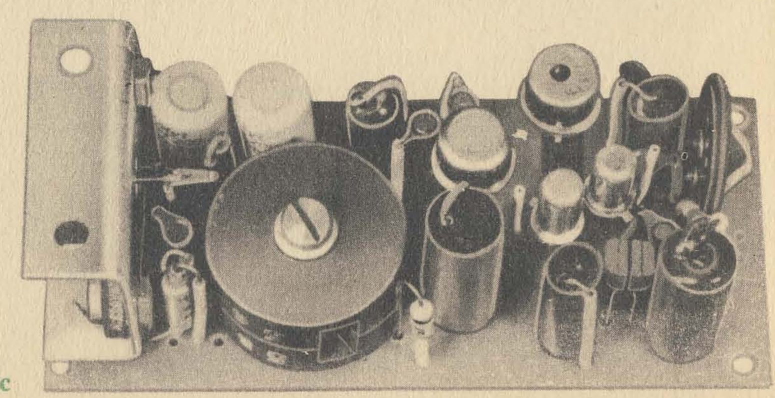


24





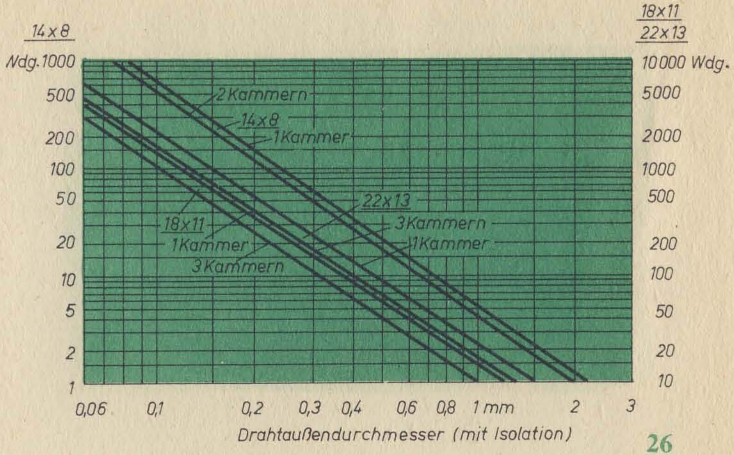




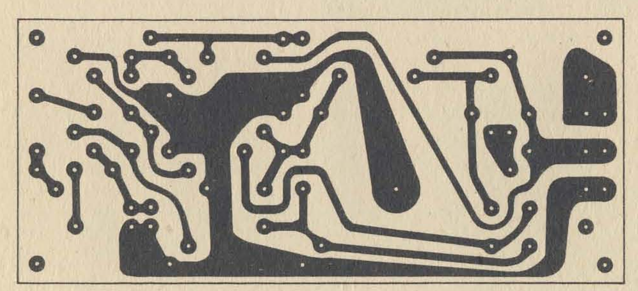
27c

Bild 26
Maximal mögliche Drahtdurchmesser für benötigte Windungszahlen in den Schalenkerntypen 14 × 8, 18 × 11 und 22 × 13

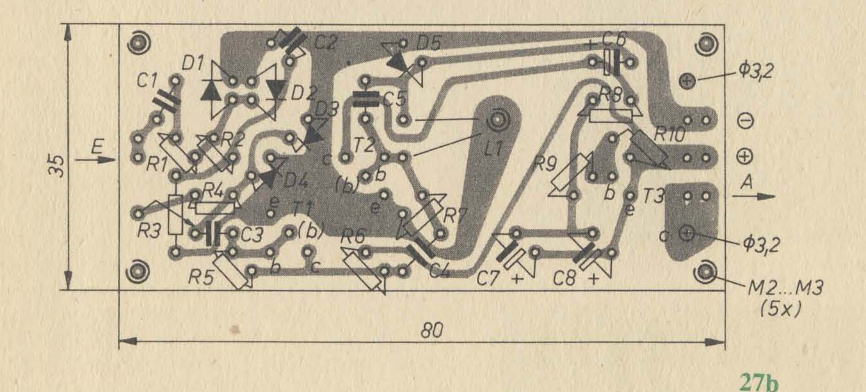
Bild 27
a – Leitungsmuster und
b – Bestückungsplan (mit »durchschimmerndem« Leitungsmuster) für die Schaltung nach Bild 25,
c – Ansichten des fertigen »Schloßbausteins«



26



27a



27b

Lage der Rippe bei Wandelement 2 (links)

evtl. Isolierfolie einlegen

Lage der Rippe bei Wandelement 1u. 3 (links)

Netzteil (Gleichrichter u. Kondensator) max. Bauhöhe 23

Elektronisches Schloß max. Bauhöhe 26

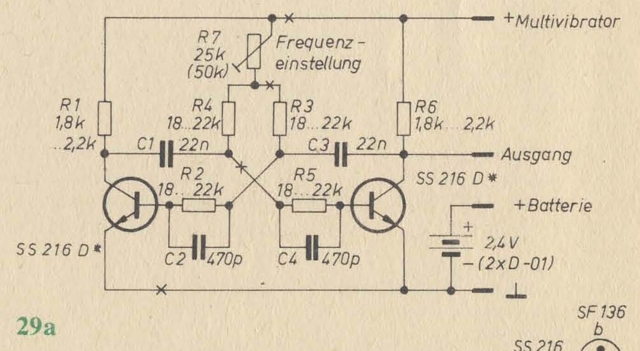
Lage der Rippe bei Wandelement 1u. 3 (rechts)

Leiterseite

Lage der Rippe bei Wandelement 2 (rechts)

28

Bild 29
a – Schaltung des elektronischen Schlüssels für das Schloß nach Bild 25. Man beachte die Vereinfachungsmöglichkeiten nach Abschnitt 4.3.!
(s. Unterbrechungsstellen).
Impulsbilder am Ausgang:
b – R7 auf Maximum, 500 µs/cm,
c – R7 Mittelstellung, 500 µs/cm,
d – R7 auf Minimum, 100 µs/cm,
alle Bilder 1V/cm

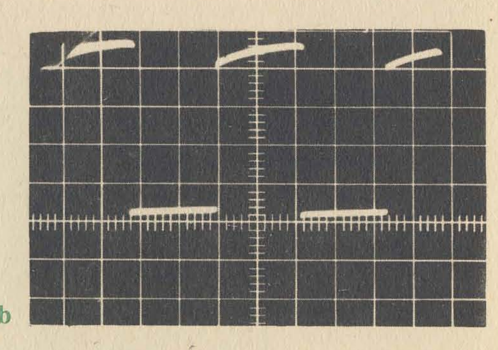


29a

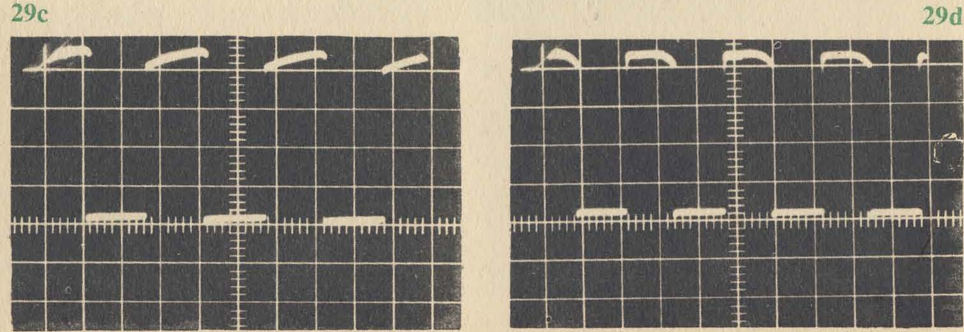
)* oder SF 136 D oder entsprechender Basteltyp
× Trennstellen bei Schlüssel nach 4.3 (s. Text)

SS 216
e b c
SF 136
b
e c

Bild 28
Mögliches Gehäuse aus Elementen des Systems »Amateurelektronik« für das elektronische Schloß nach Bild 25; die obere Platte trägt – je nach Spannungsquelle – nur einen 1000 µF-Kondensator oder außerdem eine Graetz-Brücke aus 4 × SY 200

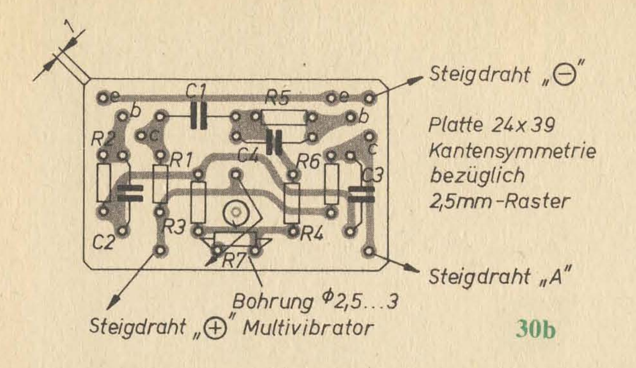


29b

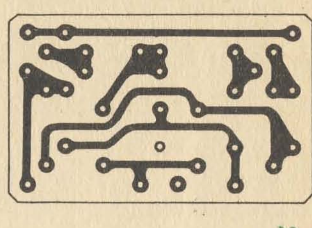


29c

29d

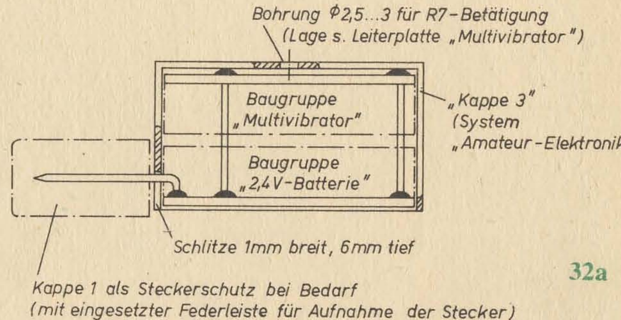
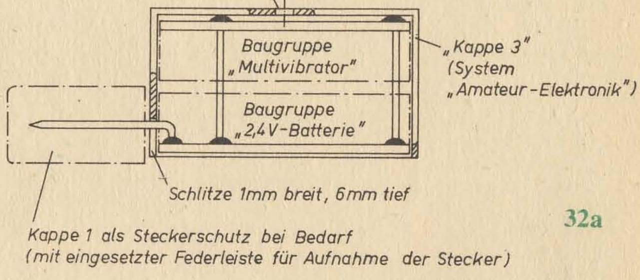


30b

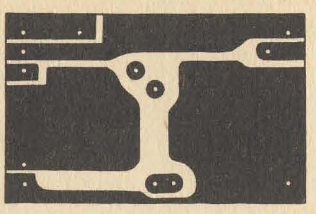


30a

Bild 30
a – Leitungsmuster und
b – Bestückungsplan (mit »durchschimmerndem« Leitungsmuster) für die Schaltung nach Bild 29

32a



31a

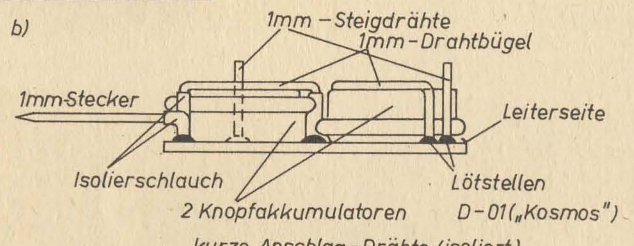
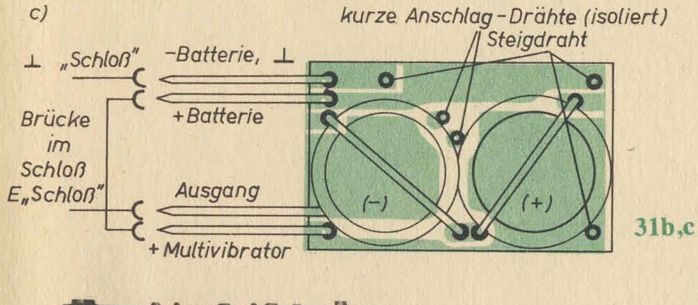


Bild 31
Batterieteil des Schlüssels nach Bild 29; Montage der Akkumulatoren auf der Leiterseite! Bei Vereinfachung nach Abschnitt 4.3. fallen die Akkumulatoren weg!



31b,c

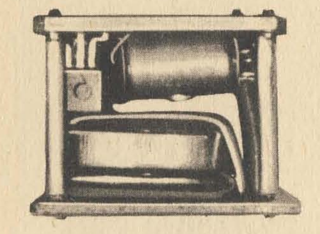
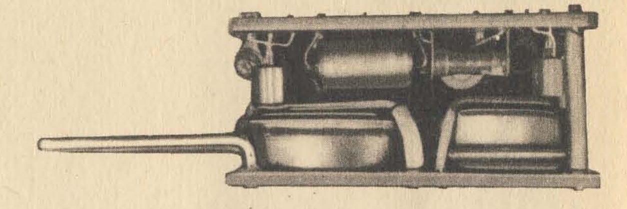
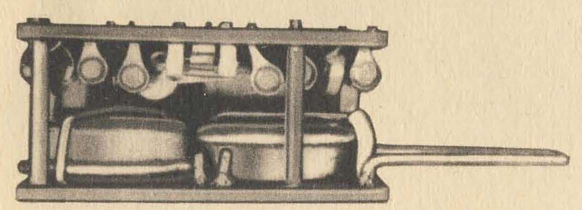
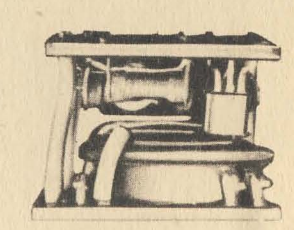
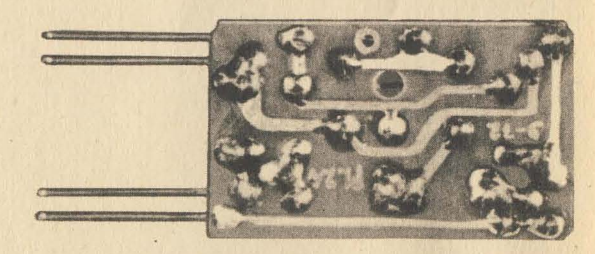
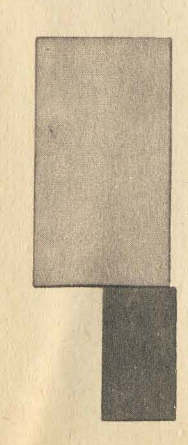
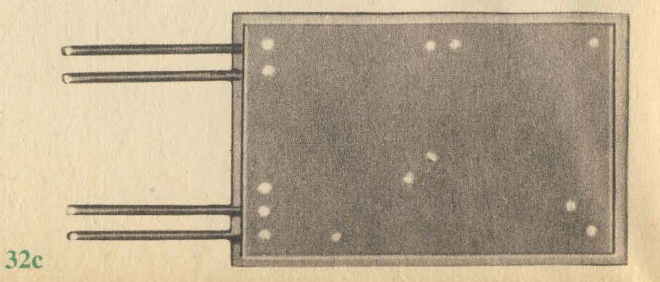






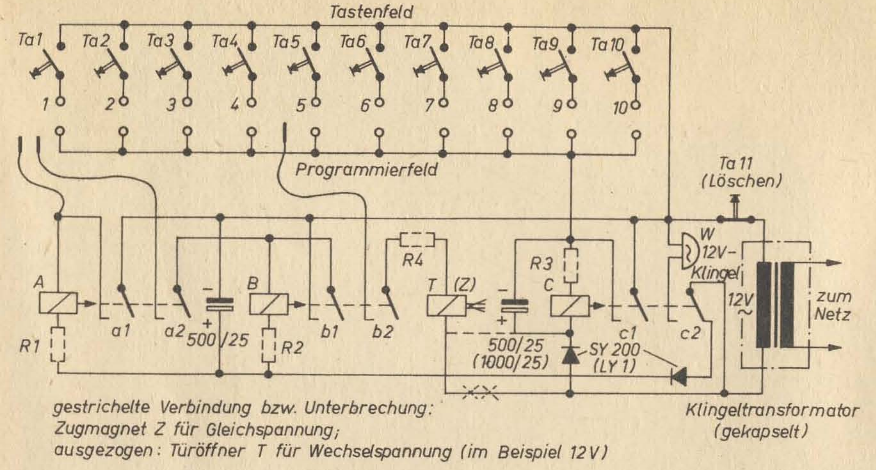
Bild 32
a – Mögliche Gestaltung des Schlüssels bei Einbau in »Kappe 3« mit Steckerschutz durch »Kappe 1« (Teile von »Amateurelektronik«),
b – Seitenansicht mit Größenvergleich, c – Blick auf die Unterseite und Ansichten des Schlüsselbausteins bei abgenommener Kappe




32b



32c

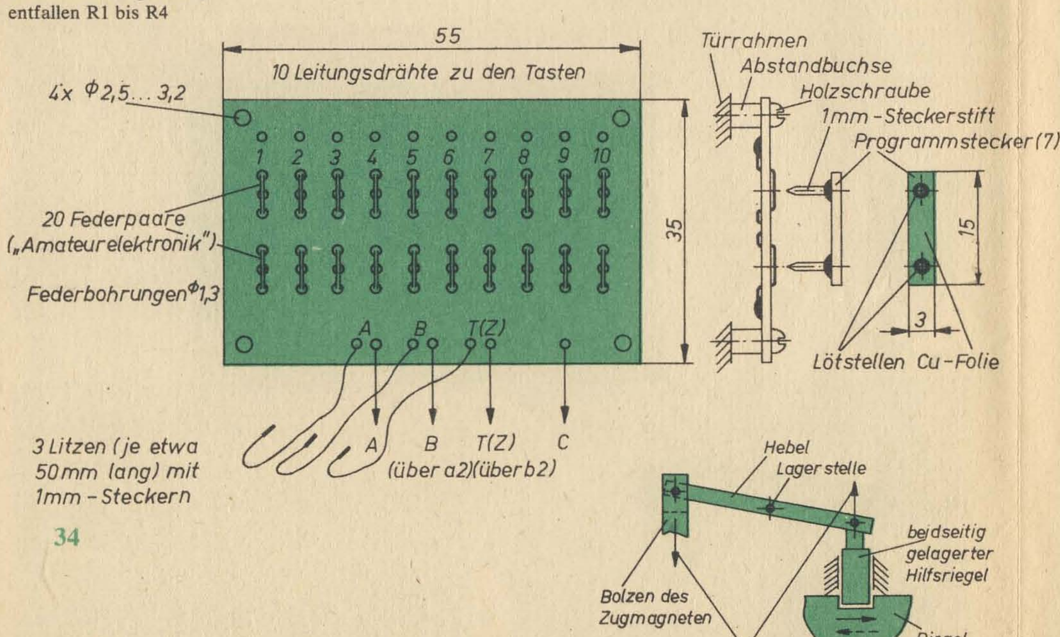


33

Bild 33
Vorschlag für ein Experiment »Elektrisches Kombinationsschloß« für Eingabe einer beliebig programmierbaren 3stelligen Zahl mit selbsthaltender Alarmgabe bei Fremdbetätigung; Selbsthaltung entfällt, wenn c1 nicht benutzt wird. Aufbaueinzelheiten je nach Relaistyp. Bei 8V Transformatorspannung entfallen R1 bis R4

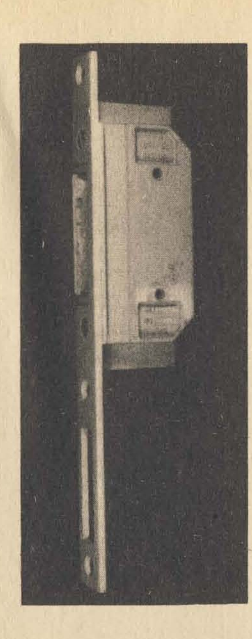
Bild 34
Programmierfeld für Bild 33 mit Kontaktbauelementen von »Amateurelektronik« auf Leiterplatte

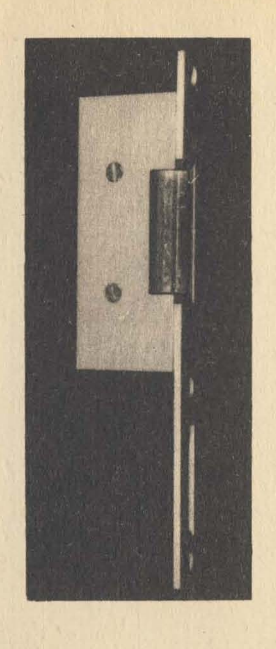
Bild 35
Indirekter Eingriff eines Zugmagneten z. B. in ein Kastenriegel-Zylinderschloß (z. B. »Fripa« Zusatzschloß). Der Hilfsriegel rastet durch Schwerkraft ein und ist zum direkten Ausheben von innen leicht zugänglich (Sicherung einer »Fluchtweg«-Tür gemäß Vorschrift)

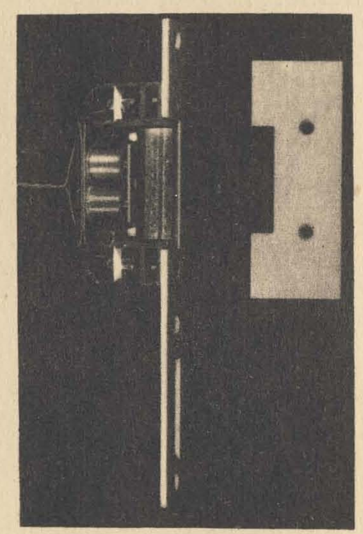


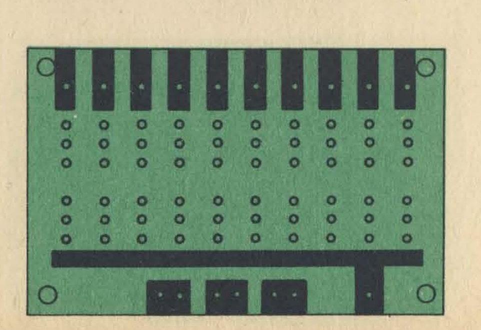
34

35









38

Bild 36
Oszillogramme zu den in Bild 25 bezeichneten Punkten bei Einspeisung der Resonanzfrequenz (Zeitmaßstab: 100 µs/cm, Rasterlinien in 0,5 cm Abstand); a – Eingangsimpulse (Punkt 1), 1V/cm, b – Begrenzung durch D1, D2 (Punkt 2), 1V/cm, c – Eingangsspannung für T1 (Punkt 3), 30 mV/cm, d – Ausgangsspannung von T1 (Punkt 4), 1 V/cm, e – Basisspannung von T2 mit Gleichspannungsanteil (Punkt 5), 0,3 V/cm, f – Basisspannung von T2 über C-Eingang des Oszillografen, d. h. ohne Gleichspannungsanteil (Punkt 5), 0,1 V/cm, g – Spannung an D5 (Punkt 6), 1 V/cm, h – Eingangsspannung außerhalb Resonanzfrequenz zum Vergleich (R7 im Schlüssel auf Maximum) ergibt diese Spannung an D5 (Punkt 6); 500 µs/cm, 0,3 V/cm

Bild 38
Ansichten eines modernen elektrischen Türöffners

Bild 37
Verhalten der Basisspannung von T2 (Punkt 5 in Bild 25), also des Schumacher-Stufeneingangs, bei »Heranfahren« der Frequenz der Eingangsspannung an den Resonanzpunkt (Zeitmaßstab 500 µs/cm, Spannungsmaßstab 0,3 V/cm): a – R7 im Schlüssel auf Maximum, b – R7 in Richtung Resonanz verändert, c – R7 noch näher am Resonanzpunkt des Schlosses, d – Stufe dicht vor Ansprechen des Zugmagneten, e – Stufe in Resonanz, Zugmagnet angezogen..
(In beiden Bildern entspricht die Nullinie des Rasterschirms der Nullinie der Spannung; bis auf Bild 36f läßt sich also der Gleichspannungsanteil mit ablesen!)